美国国家图书奖

EVER SINCE DARWIN

自达尔文以来

自然史沉思录

在过去的时间里，科学之手对于人类朴实的自恋有过两次重大的打击。第一次是认识到我们的地球并不是宇宙的中心，而是大得难以想象的宇宙体系中的尘埃……第二次是生物学的研究剥夺了人类特创的特殊优越性，将人类废黜为动物的后裔。若干年后，对于人类自恋的第三次重大打击又将是什么呢？

(美) 斯蒂芬·杰·古尔德/著
Stephen Jay Gould
田洺/译



海南出版社

自达尔文以来

（美）斯蒂芬·杰·古尔德／著　田洺／译

海南出版社

版权合同登记号：图字：30-2006-080 号
图书在版编目(CIP)数据
自达尔文以来/(美)古尔德(Gould,S. J.)著；田洺 译.
--海口：海南出版社，2008.12
书名原文：Ever Since Darwin
ISBN 978-7-80700-164-5
Ⅰ.自… Ⅱ.①古…②田… Ⅲ.散文-作品集-美国-现代 Ⅳ.I712.65
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 129205 号

自达尔文以来

作　　者：[美] 斯蒂芬·杰·古尔德(Stephen Jay Gould)
译　　者：田　洺
出 版 人：苏　斌
总 策 划：刘　靖　任建成
责任编辑：李智勇
装帧设计：第三工作室·黎花莉
责任印制：杨　程
印刷装订：北京冶金大业印刷有限公司
读者服务：杨秀美
海南出版社　出版发行
地址：海口市金盘开发区建设三横路 2 号
邮编：570216
电话：0898-66812776
E-mail：hnbook@263.net
经销：全国新华书店经销
出版日期：2008 年 12 月第 1 版　2008 年 12 月第 1 次印刷
开　　本：787mm ×1092mm　1/16
印　　张：14.5
字　　数：192 千
书　　号：ISBN 978-7-80700-164-5
定　　价：28.00 元

译者序

本书的作者斯蒂芬·杰·古尔德（Stephen Jay Gould）是当今世界上著名的进化论者、古生物学家、科学史学家和科学散文作家。古尔德1942年出生在纽约的一个犹太人中产阶级家庭中。他在安蒂奥克学院读的大学，在哥伦比亚大学读的博士研究生，专业都是古生物学；毕业后，古尔德在美国著名的进化生物学研究中心、哈佛大学比较动物学博物馆从事研究工作，并在哈佛大学教授古生物学、进化生物学和科学史，三十几岁时便成为教授。此外，古尔德还长期在位于纽约的美国自然博物馆无脊椎动物部兼职。

古尔德早期的研究领域是蜗牛的自然史，他对百慕大地区蜗牛的自然演变及分布的研究作出过突出的贡献。然而，使他享誉科学界的却是他和尼尔斯·埃尔德里奇于1972年提出的"间断平衡"进化理论。按照"间断平衡"理论，生物的进化并不像达尔文及新达尔文主义者认为的那样是一个缓慢的渐变积累过程，而是长期的稳定（甚至不变）与短暂的剧变交替的过程，从而在地质记录中留下许多空缺。虽然"间断平衡"理论引发了一些人对达尔文主义的全盘否定和怀疑，但是作为这个理论创始者之一的古尔德却是一位达尔文主义者，只不过他认为达尔文主义的核心是自然选择理论，而不是生物渐变论。此外，他对重演论的历史（《个体发育与系统发育》，1977）和科学种族主义（《对人的错误测量》，1981）等研究也是很出色的。

他的名望在科学界确立之后不久，古尔德的名字也开始越来越为大众所熟悉。他主持并编写的科普片《进化》，有很高的收视率。尤其是从1974年起，古尔德开始在《自然史》杂志上开辟了一个专栏"这种生命观"（语出自达尔文《物种起源》结尾的一段话"这种生命观是极其壮丽的"，意指进化观）。《自然史》杂志原为季刊，现为月刊，古尔

德的专栏从未间断，每期一篇。他计划将专栏一直开到2001年1月。自1979年以来，美国和英国的一些出版社已将古尔德在《自然史》杂志上的专栏文章结为7本书，以“自然史沉思录”（Reflections in Natural History）为总标题出版。这本《自达尔文以来》（*Ever Since Darwin*）为第一本，相继出版的还有《熊猫的拇指》《母鸡的牙与马的蹄》《火烈鸟的微笑》《为雷龙喝彩》《八头小猪》和《鼎盛时期的恐龙》。这套书在美国及其他英语国家受到好评和欢迎，其中有的获得过美国国家图书奖和国家图书批评奖。仅《自达尔文以来》的读者在美国就逾百万，还被译成多种文字出版。

古尔德在《自然史》杂志的“这种生命观”专栏上，用散文体（essay，又译作随笔）形式，向我们讲述了由自然现象引出的种种思考，包括对自然现象的遐想，对科学的反思，既有对社会偏见的尖锐批判，又充满了对于自然、人类、文学、艺术和哲学的深爱。这些文章的中心是生物的进化和进化的理论，但是由于作者联想的丰富、思考的独特、文笔的流畅和学识的广博，所以我们读来不仅感到惬意，而且还会跟随作者的引导，去思考周边事物及现象的背后所蕴含的深刻而具普遍性的道理。从这一点上看，古尔德的科学散文达到了阿西莫夫科普作品所不及的境地。因此，不仅普通读者爱读古尔德的作品，甚至一些严肃的学术论著中也常引述他在这类作品中的见解。

70年代末，古尔德的名字和他的“间断平衡”理论及对于重演论历史的出色研究就已经被介绍到我国生命科学界。他的一些学术文章也被翻译成中文。然而，他的具有广泛影响的“自然史沉思录”系列，除了台湾译有一本外，还罕为国人所知。其实，早在80年代中期，已故学者王佐良在一篇文章中就曾给予古尔德的散文很高的评价。当然，在此之前，我已经对古尔德有了一些了解（我的专业是进化生物学和生命科学史），并且也看了能找到的古尔德的“自然史沉思录”系列，但王佐良的文章促使我打算译出他的整个“自然史系列”，让更多的人受益。可惜，由于主客观因素，这项工作一拖就是十年！

现在这本《自达尔文以来》的原著是1/4世纪以前出版的。但是其

中的知识，对于一些未涉及过这个领域的人来说，仍算得上是“新知”。尤其是作者独到的思考角度，分析问题的方法，对我们仍有启迪；再者，从对自然现象的理解中获取对社会、对人生有价值的思想和态度，不仅是科学的一个极为重要的功能，也是人类永恒的一项伟大的工作。

由于译者学力有限，一定有一些译得不对、不当的地方，恳请读者指正。

译　者

于北京玉泉路

序　言

1959年，美国著名遗传学家H. J. 穆勒（H. J. Muller）[1]抱怨道："这一百年没有达尔文也一样。"这一特别黯然的评价使当时参加纪念《物种起源》（*Origin of Species*）问世一百周年的许多听众都感到震惊，但是没有人能否认这一失望中所表达的真理。

为什么那么难以理解达尔文？不到10年，他就使思想界不再怀疑进化的发生，但他一生都没有使人们普遍接受他自己的自然选择理论。直到20世纪40年代，自然选择理论才被广泛接受。然而即使在今天，虽然自然选择理论已经成了我们进化论的核心，但依然存在对于自然选择理论的错误理解、错误引述和错误使用。问题并不在于这个理论逻辑结构上的复杂性，因为自然选择的基础本身很简单——两个不可否认的事实和一个必然得出的结论：

1. 生物是可变的，而且生物的变异可以（至少是部分）遗传给后代。

2. 生物产生的后代数量多于可能生存下来的后代数量。

3. 一般说来，生物的后代向着环境对其更有利的方向变异，就会生存并繁衍下去。

这三段陈述基本上说明了自然选择的作用，但仅仅这样说还不是达尔文所认定的自然选择的根本作用。达尔文理论的本质就在于认为自然选择是进化的创造性力量——不仅是不适应生物的剔除者，自然选择还必然会产生适应生物。自然选择通过一代又一代地保留随机变异中的有利部分，必然会产生适应生物。倘若自然选择是创造性的，我们关于变异的第一条陈述就必须增加两个限制来详细说明。

第一，变异必定是随机的，或者至少不会是向着适应的。因为假如

① 穆勒（1890—1967），美国著名遗传学家。1946年因实验性诱发突变的工作而获诺贝尔生理学和医学奖。——译注

变异已经预定向着正确方向的话，那么选择就不会起到创造性的作用，只不过是剔除那些变异途径不妥的不幸生物个体而已。拉马克主义就是这样的看法，该理论坚持认为动物创造性地回应它们的需要，并且将获得的性状遗传给后代，这是一种非达尔文主义的理论。我们对遗传变异的理解表明，达尔文正确地坚持了变异的有利方向并非预先就决定了。进化是偶然性与必然性的混合——在变异水平呈偶然性，在选择的作用方面呈必然性。

第二，变异必定与新物种形成中进化变化的程度关系不大。因为假如新物种是即刻产生的，那么自然选择便起不到创造性作用，只不过为改善的生物腾出位置而已。再者，我们对于遗传学的理解又支持了达尔文的关于小变异是进化变化原材料的观点。

所以，达尔文的理论表面上简单，但具有精致的复杂性及另外的要求。尽管如此，我还是相信阻碍接受达尔文理论的并不只是由于科学上的困难，而是由于达尔文理论中所含的基本哲学内容是对于西方人心态的一种挑战，这种心态至今仍然难以抛弃。首先，达尔文提出进化没有目的。生物个体为了增加它们的基因在后代中的代表而进行着斗争，这就是进化。如果说自然界中呈现出和谐和秩序，那也是因为生物个体尽显其优势所附带的结果而已，即自然界中的亚当·斯密（Adam Smith）[1]经济学。其次，达尔文坚持认为进化没有方向，进化并不必然导致更高事物的出现。生物只不过更加适应它们所生活的环境，这就是进化。寄生虫的“退化”与瞪羚的矫捷步态都是完美的。再者，达尔文在解释自然中贯彻了唯物论的哲学。存在的只是物质，心灵、精神、上帝不过是表达神经复杂性奇妙结果的语词。托马斯·哈代（Thomas Hardy）[2] 在谈到自然时，对于抛弃目的性、方向性和精神的观点感到忧伤：

当我凝望黎明，池塘，

---

① 亚当·斯密（1723—1790），英国经济学家，古典经济学的代表。主要著作有《国富论》。——译注

② 哈代（1840—1928），英国小说家，诗人，代表作有小说《无名的裘德》《德伯家的苔丝》，长篇史诗剧《列王》。——译注

田野，牛羊，还有孤树，
所有这一切在我看来
像静坐在学校受罚的孩子；

它们发出的声响只是
（一度像是清楚的呼叫，
但此刻却完全是嗫嚅）——
“我们惊奇，真的惊奇，为什么我们在这里！”

的确，自达尔文以来，世界已经不一样了，但是依然叫人激动，给人启迪，令人崇敬。因为即使我们不能在自然中发现目的性，我们却能为了我们本身的需要而去确立目的。达尔文并不是对道德漠然的人，但他并不关心清除西方思想中有关自然的深度偏见。实际上，我认为可以用达尔文主义的精神来拯救我们疮痍的世界，因为这种精神否定了西方人所偏爱的一种观念，即我们要去控制、支配地球和地球上的生物，因为我们是一种预定过程的最终产物。

无论如何，我们都必须赞同达尔文。为了做到这一点，我们必须理解他的信念和这些信念中的含义。这本书中的所有文章都是探讨“这种生命观”的——这是达尔文自己在讲述他的新的进化世界观时说的话。

这些文章，写于1974年至1977年，最初发表在《自然史》杂志我所开设的专栏上，这个专栏的名字就是“这种生命观”。这些文章涉及范围广泛，从行星史、地质史到社会经济史，通过进化论，即通过达尔文的观点，这些问题被串联了起来（至少我打算这样做）。我不是博学之士，倒像个商人，我所知道的行星和政治知识都与生物的进化有关。

我并不忽略记者的套话：昨天的文章只能用来包今天的垃圾。我也并不打算糟蹋我们的森林去发表冗长而散乱的文集，像索伊斯博士（Dr. Seuss）的《罗拉克斯》（Lorax）[1]，我想我还是对树木留情的。不是

[1] 索伊斯博士（1904— ），原名西奥多·索伊斯·盖泽尔，美国漫画作家；《罗拉克斯》是他于1971年创作的一部漫画作品，该作品枯燥而且冗长。——译注

出于虚夸，我唯一想解释的是，收集的这些文章都是根据许多人喜欢（同样许多人蔑视）的观察，这些观察同属于一个共同的主题，即达尔文从进化角度探讨的主题，这也是与我们自大的宇宙观背道而驰的一个主题。

第一部分探讨了达尔文理论本身，尤其是引发 H. J. 穆勒抱怨的基本哲学部分：进化无目的性，不是进步的，是物质性的。我通过一些有趣的奥秘来把握这个重要的信息：如谁是"贝格尔"号上的博物学家（不是达尔文），为什么达尔文不使用"进化"这个词，以及为什么他等了20年才发表他的理论。

利用达尔文主义探讨人类的进化构成了第二部分。我试图强调我们既有独特性又有与其他动物相关的统一性。我们的独特性是由于基本进化过程的作用，而不是由于任何通向高等生命的预先设定。

在第三部分，我通过利用一些复杂的进化论问题说明特殊的生物，从而探讨了这些问题。在一定水平上，这些文章是关于具有巨角的鹿，从体内食其母亲的飞虫，利用边膜进化成一种引诱鱼的蚌，以及120年才开一次花的竹子。在另一个水平上，这些文章涉及了适应、完美性和一些表面上好像没有意义的问题。

第四部分是用进化论来探讨生命史的图景。我们找不到稳定进步的迹象，这个世界在长期平静中间或有大规模灭绝和迅速生成的时期。我着重在两个重大的间断上，6亿年前产生出绝大多数复杂动物生命的寒武纪"爆发"和2.5亿年前一半海洋无脊椎动物灭亡的二叠纪灭绝。

从生命的历史，我转向生命生居的地方——地球的历史（第五部分）。我既论述了过去的英雄（莱尔，Lyell），也论述了现代的异端者（维利柯夫斯基，Velikovsky），他们为最基本的问题而奋斗——地质史是否有方向性？地质变化是缓慢稳定的，还是迅速剧烈的？用生命的历史如何标定地质的历史？我在板块构造学和大陆漂移的"新地质学"中找到了解决这些问题的潜在办法。

第六部分试图管中窥豹。我谈到一个简单的原则，物体的大小影响物体的形状。并且认为这个原则可以应用到极其广泛的发展现象中，包

括行星表面的进化，脊椎动物的脑，以及中世纪小教堂与大教堂之间的形状差别。

第七部分由于顺序的不连贯会使一些读者惊异。我费力地将一般原理与特定的应用联系起来，再将这些原理与生命和地球的主要图景联系起来。这里我讨论了进化思想的历史，尤其是社会、政治观念对所谓“客观”科学的影响。但是我认为这样的“客观”科学不仅是一种科学自大的表现，而且带有政治意图。科学通过收集客观信息，通过摧毁古老的迷信而成立，但这并不意味科学必然通向真理。科学家像普通人一样，在他们的理论中无意中反映了他们时代的社会和政治局限。他们作为社会的特权成员，通常要捍卫现存的社会等级，并将这种等级关系看作生物学上预定的。我论述了其中的一般情况，通过讨论 18 世纪有关胚胎学的一个不太明晰的争论，通过讨论恩格斯（Engels）关于人类进化的观点，通过讨论隆布罗索（Lombroso）关于固有罪犯，以及通过讨论来自科学种族主义根源的曲折故事。

最后一部分探讨了同样的主题，只不过将这个主题联系到当代关于“人性”的讨论中，这是错误使用进化论影响社会政策的一个主要例子。第一小部分批评了作为政治偏见的生物学决定论，有人根据这种理论提出我们的祖先是残忍的猿，人类的攻击性和侵占性是固有的，女性的被动是自然的表现，智商具有种族差别等，这些观点最近又泛滥了。我认为没有证据支持这些观点，而且这些观点所代表的是西方历史上长期悲凉的故事在最近的具体反映——指责牺牲者并给他们标上生物学上劣等的标记，或像孔多塞（Condorcet）[①] 所为，用“生物学作为同谋”。我既欣喜又不悦地讨论了最近新生的“社会生物学”研究及其新的预示，即对人性的达尔文主义的解释。我认为社会生物学的许多特定观点都是基于决定论模式的缺乏支持的猜想，然而我却在社会生物学对利他主义的达尔文主义解释中发现了很大的价值，作为对我不同的倾向性的支持，我倾向于认为，遗传给了我们易变性，自然选择并不决定严格的社会结构。

---

① 孔多塞（1743—1794），法国哲学家、数学家，主要著作有《人类精神进步历史概观》。——译注

这些文章最初发表在《自然史》杂志（*Natural History*）专栏中，现在的改动不大，订正了一些错误，删掉了狭隘之见，并且使用了最新的信息。我攻击过论文令人厌恶的东西——冗长，但是当我的编辑裁刀面对任何单篇文章的内在连贯时，我又退缩了。至少我绝没有两次使用同一引文。最后，对主编艾伦·特伦斯（Alan Ternes）及他的改稿编辑弗洛伦斯·艾德尔斯坦（Florence Edelstein）和乔丹·贝克霍恩（Gordon Beckhorn）致以谢忱和感激。他们接二连三的充满热情的书信支持了我，并且用留情的编辑之手最恰当地表达了他们的宽容和谨慎。我为所有真正动人的题目而感谢布雷姆·艾伦（Blame Alan），特别是第15篇文章的S形曲线的骗局。

西格蒙特·弗洛伊德（Sigmund Freud）① 像其他人一样出色地表达了进化对人类生活和思想的深刻影响，他写道：

> 在过去的时间里，科学之手对于人类朴实的自恋有过两次重大的打击。第一次是认识到我们的地球并不是宇宙的中心，而是大得难以想象的宇宙体系中的尘埃……第二次是生物学的研究剥夺了为人类特创的特殊优越性，将人类废黜为动物的后裔。

我认为这种废黜的知识也是我们在一个分崩离析的世界上对连续性的最大希望。或许“这种生命观”在它第二个百年还能绽开鲜花，并帮助我们全面理解科学知识的限度和教益，而我们则像哈代诗中的田野和树木一样，继续惊奇为什么我们在这里。

① 弗洛伊德（1856—1939）奥地利精神病学家、精神分析心理学创始人，主要著作有《梦的解析》《文明及其不满》等。——译注。

目　录

第一部分



关于达尔文

1. 达尔文的拖延

没有什么事比一些名人行为中长期而难以解释的停滞更能引发猜测的了。罗西尼（Rossini）[①] 因《威廉·退尔》（*William Tell*）而达到他歌剧事业辉煌的巅峰，可是之后的30年他几乎什么也没写。多萝西·塞耶斯（Dorothy Sagers）在名望达到顶点时却背弃了彼得·温姆西勋爵（Lord Peter Wimsey）[②]，转向笃信上帝。查尔斯·达尔文（Charles Darwin）在1838年就得出了全新的进化理论，然后过了21年，由于R. 华莱士（R. Wallace）的突然出现，才发表他的观点。

通过5年在“贝格尔”号（the Beagle）上对自然的接触，达尔文的物种固定不变的信念发生了动摇。1837年7月，他航海回来后不久，便开始记第一本关于“递变”（transmutation）的笔记。这时的达尔文已经确信进化的发生，他正在寻找一种理论来解释进化的机制。经过最初的猜想和少数不成功的假说，他在阅读一些显然不相关的书籍作消遣时，建立了他的中心观念。达尔文后来在他的自传中写道：

> 1838年10月……我为了消遣，偶尔翻阅马尔萨斯（Malthus）[③]的《人口论》（*Population*），当时我根据长期对动植物习性的观察，已经有了一定的准备，可以正确认识生存斗争。我马上联想到，在这种情况下，有利的变异会趋向于保存下来，而不利的变异将被淘汰，这一结果将导致新物种的形成。

---

① 罗西尼（1792—1868），意大利作曲家，以其歌剧著称，代表作有歌剧《塞尔维亚的理发师》和《威廉·退尔》等。——译注。

② 塞耶斯（1893—1957），英国女作家，主要作品是侦探小说《谁的尸体》《九个裁缝》，其中塑造了机智、风趣的彼得·温姆西勋爵这一侦探形象。——译注

③ 马尔萨斯（1766—1834），英国经济学家。——译注

达尔文早就认识到动物驯养者所做的人工选择的重要性。但是直到马尔萨斯的斗争与拥挤的观点凝练他的思想之后，他才确定自然选择是进化的动因。倘若所有生物产生出的后代远比生存下来的多，那么根据简单的假设，一般说，生存下来的更能适应当时的生活环境，从而自然选择指导了进化。

达尔文知道得出的是什么理论。我们不能将他的拖延归因于没有认识到他的成就的重要性。在 1842 年，后来又在 1844 年，他写出了他的理论及其含义的基本纲要。他还给妻子作了认真的交代，假如他生前不能完成他的主要著作，希望她发表这些手稿。

他为什么等了 20 年才发表自己的理论？我们今天的生活步伐的确极大地加快了，在交谈技巧和棒球比赛中，迟缓者必然成为牺牲品。所以，我们可能会把过去正常的时期错误地看作漫长的阶段。然而，人的生命周期却是恒定的衡量尺度，20 年仍然是一个人正常事业的一半时间，纵然按照悠然的维多利亚时代的标准看，那也是生命中的大部分时间。

通常的科学传记是有关伟大思想家的明显错误信息的根源。这类传记将伟大的思想家描绘成简单、理性的机器，是仅凭不停的努力，不受任何其他事情的影响，严格依照客观材料寻觅真理的人。因此，对于达尔文等了 20 年的通常解释就是他的工作没有完成。他满意自己的理论，但理论是廉价的。他的理论只有等到汇集大量的支持材料才能发表。这需要时间。

但是达尔文在这 20 年的活动所显示的情况，无疑与传统的看法不同。尤其是他花了整整 8 年的时间写了一部关于藤壶分类及其自然史的四卷本专著。面对这一事实，传统的解释软弱无力，好像是达尔文感到在宣称物种如何改变之前不得不彻底地了解物种，而他只能通过对一个复杂的生物类群进行分类才能彻底地了解物种——但不能耗费 8 年的时间，尤其是在已经得出生物学史上最革命的观点的时候。达尔文本人在自传中这样评价他的四卷本著作：

除了发现几个奇特的新类型以外，我搞清了各部分的同源……

而且我证明在几个属中微小的雄体附着及寄生在雌雄同体的个体内……虽然这样，我仍然怀疑，这项工作值得耗费那么多时间吗？

导致达尔文推迟的原因非常复杂，不能作简单的解释，但是我感到有一件事情是确信的：恐惧的负面作用与增加材料的正面需要至少同样重要。然而，达尔文恐惧什么？

达尔文得出马尔萨斯主义的观点时，才29岁。他没有专业地位，只是因为在“贝格尔”号上的出色工作而博得同行们的赞赏。他不可能通过宣扬他所不能证明的一种异端学说来危及自己有前景的事业。

然而他的异端学说是什么？信奉进化本身就是一个明确的答案。但这还不是问题的主要部分，因为，在19世纪中叶，与当时流行的观点相比，进化并不是陌生的异端学说。确实有许多人公开而广泛地反对进化，但至少很多著名的博物学家承认或多或少地考虑过进化。

达尔文早年不寻常的笔记中可能含有问题的答案〔见H. E. 格鲁伯（H. E. Gruber）和P. H. 巴雷特（P. H. Barrett）《达尔文论人》（*Darwin on Man*）的正文及广博的注解〕。这些所谓M笔记和N笔记写于1838年和1839年，当时达尔文正在做有关递变的笔记，这一笔记是他1842年和1844年纲要的基础，其中含有他有关哲学、美学、心理学和人类学的思想。达尔文1856年重读这些笔记时，称之“充满了有关道德的形而上学”。这些笔记中包含了他所赞同但却害怕发表的一些观点。这些观点远比进化本身更要异端：哲学上的唯物主义，即认为物质是所有存在的原料，所有心智及精神的现象都是物质的副产品。没有哪种观点比认为心灵——无论多么复杂和有力——只不过是大脑的产物，更能动摇西方思想中最深刻的传统了。例如，注意一下约翰·弥尔顿（John Milton）[1] 关于心灵与曾寄居的身体分离且比身体优越的观点（《幽思的人》*Ii Penseroso*，1633年）：

① 弥尔顿（1608—1674），英国诗人，作品除短诗和大量散文外，主要是晚年写的长诗《失乐园》《复乐园》及诗剧《力士参孙》。——译注

呵，让我的灯火
在午夜时分的孤塔上闪烁，
这样，好让我时时看到那只熊；[①]
与超凡的赫尔墨斯一道，或
借助柏拉图的精神，
去揭示世界与广袤地域的所有
已被丢弃的不死的心灵
她在那个人的身上存活。

这些笔记证明了达尔文的哲学兴趣并且认识到其中的含义。他知道他的理论与其他进化学说的主要区别在于其中彻底的哲学唯物论。其他进化论者谈的是活力的力量，历史具有方向性，活力驱动，以及心灵本质上是崇高的，这些都是经过装饰可以被传统基督教勉强接受的概念，这样，基督教中的上帝可以通过进化而不是特创来起作用。而达尔文谈的只是随机变异和自然选择。

达尔文在笔记中将唯物论彻底地应用到所有的生命现象中，包括他称为“要塞本身”（the citadel itself）的人类的心灵。如果心灵离开大脑就不存在的话，那么上帝岂不过是虚幻发明出的一种虚幻？他在一本关于递变的笔记本中写道：

爱上帝是有机构造的效果。噢，唯物论者！为什么认为思想是大脑中的隐秘比认为是物质万有引力的特性更美好呢？这是我们的一种自傲，是我们的孤芳自赏。

---

① “熊”指大熊座的星星。我们都熟悉它的尾及后肢——大的北斗。“超凡的赫耳墨斯”是赫耳墨斯·特里斯梅古斯图（埃及智慧之神透特的希腊名字）。据说是他撰写了《密封书》，这是一部关于形而上学和魔法的著作集，在17世纪的英国有很大的影响。一些人将这部书视作与《旧约》同样重要的关于前基督教时期智慧的源本。但当发现这部书是亚历山大希腊时期的产物时，它的重要性降低了，但其中的一些观点依然保留在玫瑰十字会的教义中，我们的词汇中也还有“密封章”这个词。——原注

这一信念太异端了，达尔文甚至在《物种起源》（1859）中将这一信念搁置一边，只是隐约地提到“人类的起源和他的历史，将得到阐明”。只有当他不能再隐瞒下去了，他才在《人类的由来》（*Descent of Man*）（1871）和《人类及动物的表情》（*The Expression of the Emotions in Man and Animals*）（1872）中表达了自己的一部分信念。而自然选择的共同发现者 A. R. 华莱士绝不会将这一信念应用到人类心灵的研究中，他将人类的心灵看作生命史中唯一的神的贡献。而达尔文在 M 笔记本中最著名的隽语则与两千年来的哲学和宗教决裂了：

> 柏拉图在《斐多篇》中说，我们“想象的理念”来自预先存在的灵魂，而不是来自经验——然而预先存在的是猴子。

格鲁伯在为 M 笔记和 N 笔记所做的注解中指出，唯物论“当时远比进化更有毁灭性”。他列举了 18 世纪晚期对持唯物论信念的人的迫害，并且得出结论：

> 在所有的知识领域都施加了压力，讲演被禁止，出版物被禁止，专职工作被禁止，出版物中充斥了（对唯物论的）谩骂和嘲讽。学者和科学家了解这一点，而且感觉到了压力。有些人公开放弃这一罕见的观点，有些人匿名发表文章，有些人以模棱两可的形式发表见解，而有些人则拖了许多年才发表著作。

1827 年，当达尔文还是爱丁堡大学的学生时，就直接经历过这样的事情。他的朋友 W. A. 布朗（W. A. Brown）在普林尼学会阅读了一篇带有唯物论观点的论生命和心灵的文章。经过多次争论，所有文章中对布朗的论文的引述，以及含有布朗打算提交文章的（以前会议的）记录，都被删除得一干二净。达尔文对这些颇为了解，他在 M 笔记中写道：

> 为了避免走得太远，我虽然相信唯物论，但只能说感情、本能

和天才的程度是遗传的，因为孩子的脑与双亲的脑类似。

19 世纪最热心的唯物论者马克思和恩格斯很快就认识到达尔文的成就，并探讨了其中基本的内涵。1869 年，马克思在给恩格斯的信中谈到了达尔文的《物种起源》：

虽然这本书用英文写得很粗略，但是它为我们的观点提供了自然史的基础。[①]

有一个广泛流传的传说，说马克思向达尔文题赠了《资本论》（*Das Kapital*）的第二卷（而达尔文拒绝了），这显然是错误的。但是马克思与达尔文通过信，而且马克思对达尔文予以很高的评价。〔我在唐恩（Down House）的达尔文故居中看到过达尔文收藏的《资本论》。马克思在上面题词说他是达尔文“真诚的钦慕者”。书页并没有裁开。达尔文的德语不太好。〕

达尔文确实进行了一场温和的革命。不仅在于他这么久地拖延了自己的工作，还在于他故意避开公众对他理论中哲学含义的注意。他在 1880 年写道：

我认为（正确或错误地）直接反对基督教和有神论，对公众不会有什么影响，而伴随科学的进步逐渐启迪人类的理解力，会更好地促进思想的自由。因此我一直不写有关宗教的文章，而且我本人的工作仅仅局限于科学之内。

然而他的工作内涵与传统的西方思想是极大的断裂，我们很难将其纳入这种传统中，例如阿瑟·柯依斯勒（Arthur Koestler）之所以反对达

① 作者引用马克思的话时，年代有误，马克思写给恩格斯的这封信不是 1869 年，而是 1860 年 12 月 19 日。见《马克思恩格斯全集》中译本第 30 卷，1974 年 9 月第 1 版，第 131 页。——译注

尔文，也是基于不愿接受达尔文的唯物论，而且他还热衷于认为生命物质中含有特殊性〔见《机器中的幽灵》（*the Ghost in the Machine*）或《产婆蛙案件》（*The Case of the Midwife Toad*）〕。我承认对此我不太明白。疑惑和知识都应该坚持。我们难道因为自然中的和谐不是设计的就会降低对自然美的赞赏吗？难道因为有数百亿神经元在我们的颅骨里，我们心灵的潜力就激发不了敬畏和恐惧吗？

2. 达尔文在船上位置的变换，或五年伴在船长的餐桌旁

格罗佐·马克思（Groucho Marx）[①] 总是用一些显而易见的问题取悦观众，如“谁埋在格兰特墓里?”但是愈是明白的问题通常就愈有欺骗性。如果我的记忆正确的话，对于谁设想出门罗主义（Monroe Doctrine）的正确答案应该是约翰·昆西·亚当斯（John Quincy Adams）。当问到“谁是‘贝格尔’号上的博物学家”时，绝大多数生物学家会回答“查尔斯·达尔文”（Charles Darwin）。然而他们可能都错了。我们还是不要故弄玄虚吧，达尔文是在“贝格尔”号上，而且他关注的是博物学。但他之所以来到船上，是为了其他目的，而船上的医生罗伯特·迈考密克（Robert McKormick）最初是正式的博物学家。这里面有一个故事，并非是对学术史的挑剔注解，而是一个有意义的发现。人类学家 J. W. 格鲁伯（J. W. Gruber）1969 年在《不列颠科学史杂志》（*British Journal for the History of Science*）上发表的《谁是“贝格尔”号上的博物学家》一文中报道了有关的依据。1975 年，科学史学家 H. L. 伯斯坦（H. L. Burstyn）试图解答由此产生的一个明显问题：假如达尔文不是“贝格尔”号上的博物学家，那他为什么在船上?

没有文献特地证实迈考密克是正式的博物学家，但有关的依据太明确了。当时的不列颠有一个固定不变的医生兼任博物学家的传统，而且迈考密克受过这方面的专门教育。他虽然不出色，但还是称职的博物学家，并且在其他的航行中出色地完成了任务，包括定位南磁极的罗斯号南极探测（1839—1843）。同时，格鲁伯发现了一封爱丁堡博物学家罗伯特·詹姆森写给“我亲爱的先生”的信，信中尽是建议“贝格尔”号的博物学家如何收集和保存样品。依照传统的观点，无疑只有达尔文才是

① 格罗佐·马克思（1890—1977），美国马克思兄弟喜剧演员班子成员。——译注

这封信的接收者。幸运的是，收信人的姓名还在原来的信笺上。信是写给迈考密克的。

直说了吧，达尔文是作为船长费茨罗伊（Captain Fitzroy）的伴侣随“贝格尔”号航行的。但是为什么不列颠的船长要带上一位一个月前才见过面的男子作为五年航行的伴侣呢？是19世纪30年代海军航行的两个特点使费茨罗伊作出了这样的决定，首先，航行持续很久，离口岸的时间很长，并且不易收到亲友的书信。其次（对于我们注重心理启发的世纪来说这一点显得很奇怪），不列颠海军的传统表明，船长与下级官兵没有什么社会接触。他通常独自进餐，与官员的会面主要是商讨船上的事宜，并且要以非常正式和正确的方式进行。

费茨罗伊偕达尔文航行时才有26岁。他知道作为船长长期不能与人接触所带来的心理伤害。“贝格尔”号的前任船长出海3年后，于1828年在南半球病倒，并且自杀了。而且，正如达尔文在写给姐姐的信中证实的那样，费茨罗伊担心他那心理错乱的“遗传秉性”。他那位著名的叔父卡斯尔雷子爵（Viscount Castlereagh，历任平叛1798年爱尔兰起义的指挥官和抵御拿破仑时期的外交部长），1822年割断了自己的喉管。实际上，费茨罗伊曾病倒过，并且暂时让出“贝格尔”号航行的指挥权，当时达尔文在瓦尔帕莱索也病倒了。

费茨罗伊因为与船上的其他人很少接触，他只能通过为自己安排一名“编外的”乘客来进行人际交往。但是海军部禁止携带私人乘客，甚至船长的妻子，没有明确目的的绅士伴侣也不许带。费茨罗伊已经带了一些编外乘客，一名工匠，一名仪器制造者及其他的人。但他们都不能成为费茨罗伊的伴侣，因为他们不属于上流社会阶层。费茨罗伊是个贵族，他将祖先直接上溯到国王查理二世。只有绅士才能与他共餐，达尔文恰好是一位绅士。

但是费茨罗伊怎样能够吸引一位绅士结伴进行5年的航行呢？只有提供别处无法提供的正当的实践机会方可。还有什么比博物学更好的呢？——虽然“贝格尔”号上已经有了一位正式的博物学家了。所以费茨罗伊在他的贵族朋友中招徕一位绅士博物学家。诚如伯斯坦所说，这

是“一个解释他的客人存在的客气说辞，而一个有魅力的工作足以吸引一位绅士在船上待很长时间”。达尔文的导师 J. S. 亨斯罗（J. S. Henslow）非常理解这一点。他在给达尔文的信中写道：“费茨罗伊船长需要一名男子，（我理解）主要是做伴侣，而不仅仅是采集者。”达尔文与费茨罗伊相见了，他们相处甚安，一拍即合。达尔文以费茨罗伊的伴侣身份出航了，在五年的航行期间，主要与他共餐。另外，费茨罗伊是个雄心勃勃的年轻人，他试图在探险航行期间通过确立出色的标准来留下他的印记。（达尔文写道：“这次探测的目的，是完成对帕塔哥尼亚和火地岛的勘查……探测智利、秘鲁及其他太平洋群岛的海岸，并携带经纬测量仪环绕世界。”）费茨罗伊自己掏钱多带了一些技术人员和工程师，从而利用自己的财富和优越条件达到了目的。一位“编外”博物学家正好符合费茨罗伊的提高“贝格尔”号科学声望的计划。

可怜的迈考密克的命运就这样决定了。最初，他与达尔文还能合作，但他们最终还是各自为政了。达尔文优势占尽，他受船长的宠幸，他有仆人，船停泊后，他有钱游历海岸，还能雇佣当地的采集者。而迈考密克只能待在船上，还要恪守公职。达尔文个人的努力，超过了迈考密克正式的采集，而迈考密克则在不满中决定打道回府。1832 年 4 月，他在里约热内卢“一病不起”，被送上返回英国的海军泰恩号回家。达尔文通晓婉转的表达方式，在写给姐姐的信中谈到迈考密克“一蹶不振，是与船长有分歧，没有大的不适”。

达尔文并不在乎迈考密克的科学能力。1832 年 5 月，他在给亨斯罗的信中写道：“他是位落伍的哲学家，在圣亚哥，他自己说用了两个星期作基本的记述，而以后只采集特殊的材料。”事实上，达尔文根本就看不起迈考密克：“我那位医生朋友是头蠢驴，我们的交往极为客套。现在他烦恼的是自己的舱顶究竟漆上浅灰色还是纯白色。从他那里我所能听到的只是这类话题。”

这个故事至少说明了科学史的研究应该考虑社会等级的重要性。如果当时达尔文是商人的儿子而不是富有的医生的儿子，现在的生物科学将会有很大的不同。达尔文的富有使他可以毫无负担地自由从事研究。

他由于糟糕的健康状况一般每天只能进行 2 至 3 小时有成效的工作，但是再去谋生的话，他大概完全不能从事研究工作了。现在我们又知道了达尔文的社会地位在他的事业转折点上也起到过关键的作用。费茨罗伊更感兴趣的是就餐伙伴的社会荣耀，而不是他的博物学能力。

达尔文与费茨罗伊之间那些没有记载的就餐对话有可能隐藏了更深刻的东西吗？科学家有一个很强的偏见，将创造性的思想仅归因于经验依据。因此，在达尔文世界观的转化方面，海龟和鸣雀被看作最主要的动因,① 因为他参加“贝格尔”号航行时只不过是个天真朴实的神学学生，但是他回来后一年便开始记述有关递变的笔记。我猜想费茨罗伊本人可能曾是重要的催化者。

至少达尔文与费茨罗伊的关系一直很紧张。不过由于绅士的友善和前维多利亚时期对情感的压抑等限制，使两个人以恰当的方式相处。费茨罗伊是位地道而热情的托利党成员，达尔文对辉格党也同样忠诚。② 达尔文小心翼翼地避免与费茨罗伊讨论当时下院正在审议的著名的改革法案。费茨罗伊曾告诉达尔文，他有确凿的证据证明奴隶制的仁慈。巴西的一位最大的奴隶主曾召集他的奴隶，问他们是否愿意获得自由，他们一致回答：“不。”当达尔文直率地表示怀疑这个在主人压力下回答的价值时，费茨罗伊恼怒了，他告诉达尔文，任何怀疑他的话的人都不配与他共餐。达尔文离开了船长，而与船员共餐，但费茨罗伊几天之后便做出让步，并向达尔文正式表达了歉意。

我们知道达尔文面对费茨罗伊的顽固观念敢于挑战。但他是费茨罗伊的客人，而且，在特定的环境下，他是服从的；因为在费茨罗伊时代，在海上，船长是无可争议的绝对君主。达尔文不能表达他的不满。所以 5 年期间，一位最出色的人在任何留下的历史记录中保持着缄默。后来，达尔文在《自传》中回忆起：“与一位船长和睦相处的困难，由于所有人敌意地对待他，如同他敌意地对待其他人，由于他所拥有的令人敬

---

① 位于南太平洋的加拉帕戈斯群岛的海龟和鸣雀在达尔文以后的思想转变中起到了一定的作用。——译注

② 托利党和辉格党是英国历史上两大政党，托利党的政见比较保守，辉格党则带有自由主义色彩。——译注

畏——或至少在我整个航行期间所具有的令人敬畏的权力，而极大地增加了。”

这时费茨罗伊的意识形态中不仅有托利党的政治，还有宗教。有时费茨罗伊也怀疑《圣经》句句真实，但他倾向将摩西看作历史学家和地质学家，而且他耗费了许多时间计算挪亚方舟的大小。① 费茨罗伊的固定观念，至少在他生命的晚期，是“来自设计的论点”，即相信上帝的仁慈（实际上是上帝的真实存在）可以从生命结构的完美性中推导出来。而达尔文虽然也接受了完美构造的观点，却提出了自然的解释，这与费茨罗伊的信念不太矛盾。达尔文还提出了基于偶然变异与外在环境作用的自然选择进化理论——一种严格的唯物论（同时基本上是无神论）的进化理论（见文章 1）。19 世纪许多其他的进化理论更符合费茨罗伊的基督教类型。例如，宗教领袖们对达尔文的坚定的机械论观念厌烦得很，而对于一般提出生命固有完美倾向的观点则好得多。

达尔文得出的哲学观点部分是由于对费茨罗伊教条地坚持来自设计观点的一种反应吗？我们没有证据表明达尔文在随“贝格尔”号航行时不是一位虔诚的基督徒。他对基督教的怀疑和否定是以后的事情。航行过半时，他在给一位朋友的信中写道：“我经常设想将来去干什么，我当然愿意做一个乡间牧师了。”他甚至与费茨罗伊合作了一篇题为《塔希提的道德状况》的文章，以期唤起对在太平洋传教工作的支持。但是怀疑的种子一定在“贝格尔”号航行的寂静时光中萌发滋长。设想一下达尔文的境况吧。他 5 年来每一天都与一位无法与其争辩的、威严的船长共餐，这位船长的政治观点和对其他事物的态度与达尔文的信念迥然不同，而且达尔文基本上不喜欢这个人。谁知道 5 年来连续的高谈阔论会使“寂静的炼金术”如何冶炼达尔文的大脑呢，至少就激发达尔文确立哲学与进化论的唯物主义和无神论的基石而言，费茨罗伊可能远比鸣雀重要。

---

① 摩西是公元前 13 世纪希伯来人的政治和宗教领袖，据说他带领希伯来人离开埃及，见《旧约·出埃及记》。挪亚方舟的故事出于《旧约·创世记》，上帝为惩罚人类，使天降大雨，地上洪水泛滥，但上帝认为挪亚是个义人，命他造一只方舟，将自己的家人及一些动物带上方舟，安全渡过洪水。——译注

费茨罗伊至少在生命的晚期，曾因内疚而烦恼。他开始认为是自己引发了达尔文的异端思想（事实上，我猜想从实际情况的角度看，可能远比费茨罗伊设想的更真实）。他有一种炽烈的赎罪欲望，并开始重新维护《圣经》的权威性。在1860年著名的不列颠协会会议上（在这次会议中，赫胥黎嘲笑了“油腔滑调的山姆”威尔伯弗斯，Wilberforce），失态的费茨罗伊大步走上台去，高举《圣经》，大声叫道：“这本书，这本书。”五年之后，他割断了自己的喉管。

3. 达尔文的难题：进化的艰苦历程

作为一个概念，对进化的理解已经耗尽了上千位科学家一生的时光。在这篇文章中，我谈论一个比较狭窄而有趣的小问题：理解进化这个词本身。我将追溯生物变化如何被称作**进化**（evolution）。作为一次好古的纯粹词源探索，这个故事复杂而令人激动。但是太认真就危险了，因为正是这个词过去的用法致使外行们经常且依然普遍地误解了科学家们所讲的进化。

先从一个矛盾的地方开始吧。达尔文、拉马克和海克尔这些 19 世纪英国、法国和德国最伟大的进化论者，在他们最初的著作中都没有使用“进化”这个词。达尔文使用的是“带有饰变的由来”（descent with modification），拉马克使用的是“转形”（transformisme），海克尔则爱用“递变理论”（Transmutations - Theorie）或“由来理论”（Descendenz - Theorie）。他们为什么不使用“进化”这个词？而且他们的生物理论是如何变成现在的名称的？

出于两个原因，达尔文在陈述自己的理论时不使用“进化”一词。首先，在他那个时代，“进化”在生物学中已经有了特定的含义。事实上，“进化”被用来描述一种可能与达尔文的生物发展理论不太相同的胚胎学理论。

1744 年，德国生物学家阿尔布莱克·冯·哈勒（Albrecht von Haller）发明了“进化”一词，用在他的胚胎由卵或精子中预先存在的微小个体发育而来的理论中（今天可能感到奇怪，这种理论认为，以后的世代发生都是在夏娃的子宫和亚当的睾丸中创生的，封存的像俄罗斯套娃，一个套一个，每一个夏娃的卵中有一个胎儿，而每一个胎儿的卵中还有一个更小的胎儿，等等）。这种进化（或预成）理论遭到渐成论者的反对，他们相信成体的复杂性来自最初无形的卵（有关这场争论的详细说

明见文章25)。哈勒选择辞藻时非常小心，因为拉丁文 evolver[①] 的含义是“展示”。的确（按照预成论），小胎儿从最初的肢体紧封中展示出来，并且在以后的胚胎发育中只增加体积。

而哈勒的胚胎进化似乎是达尔文的“带有饰变的由来”理论的阻碍。假如人类的全部历史预先存在于夏娃的子宫中，那么自然选择（或其他的作用力）怎么能改变我们预定好的寄居在地球上的历程？

我们似乎更迷惑了。哈勒的词汇怎么能变成意义几乎完全相反的用法？只有当哈勒的理论在1859年前已行将就木的情况下才有可能。随着理论的让位，哈勒用过的这个词方可用于其他的目的。

根据达尔文的描述看，“进化”，即“带有饰变的由来”，并非从以前的专业词汇中借来的，相反，它来自本国语。在达尔文时代，“进化”已经成为一个常用的英语词汇，其含义与哈勒的专业用法不同。《牛津英语词典》将这个词追溯到1647年H. 摩尔（H. More）的诗句“外形的进化（展示）弥漫于世界广布的灵魂中”。但是这种“展示”的含义与哈勒的展示含义不同，它指的是“表现出一个事件序列中的规则顺序”，更重要的是，它含有**进步发展的概念**。《牛津英语词典》中继续写道：“发展的过程是从萌芽状态到成熟或完整的阶段。”因此，在英语中，进化与进步的概念紧密相连。

达尔文正是按照本国语的含义使用了“进化”一词，事实上，他是在书的最后才用这个词的：

> 认为生命及其若干能力原来是被注入少数类型或一个类型中的，而且认为在这个行星按照引力的既定法则继续运行的时候，最美丽的和最奇异的类型从如此简单的始端，过去，曾经而且还在进化着，这种生命观是极其壮丽的。[②]

① 在德文、英文、法文中，进化为“evolution”。——译注

② 译文引自周建人、叶笃庄、方宗熙译，叶笃庄修订《物种起源》（修订版），商务印书馆，1995年，第557页，略有改动。——译注

达尔文在这一段中选择了“进化”这个词是因为他要以生物发展的变迁与诸如万有引力这类物理定律的固定不变作比较。但是他很少使用这个词，因为达尔文显然并不认为我们现在所谓的进化等同于当时人们普遍认为的进步。

在一个著名的警句中，达尔文提醒自己在描述生物的结构时绝不说“高等”或“低等”——因为假如一个阿米巴可以很好地适应它所生活的环境，就像我们适应我们的生活环境一样，谁又能说我们是高等的生物呢？所以达尔文不用“进化”一词描述他的“带有饰变的由来”理论，既因为这个词的专业含义与他的信念不同，又因为他不满意这个英语术语中所带的必然进步的含义。

通过赫伯特·斯宾塞（Herbert Spencer）这位勤奋的、在任何方面都很博学的维多利亚时期人物的倡导，“进化”才作为“带有饰变的由来”的同义词进入英语中。在斯宾塞看来，进化是涵盖所有发展的定律。而且，对于一位洋洋自得的维多利亚时期的人来说，除了进化，还有什么能主导宇宙的发展过程呢？因此，斯宾塞在1862年的《第一原理》（*First Principles*）中给这个宇宙定律下了一个定义：“进化是物质及其消耗运动的整合，其中物质从不确定的、不一致的同质体变成确定一致的异质体。”

斯宾塞的工作在两个方面对于确立进化的现代含义作出了贡献。首先，斯宾塞在写作那部流行的《生物学原理》（1864—1867）中，一直使用“进化”来描述生物界的变化。其次，他不是将进步看作物质内在的能力，而是看作内部作用力和外部（环境）作用力“合作”的结果。这种观点非常符合19世纪大多数生物进化的观点，因为维多利亚时期的科学家很容易将生物的变化等同于生物的进步。当许多科学家感到需要一个比达尔文的“带有饰变的由来”更简明的词汇时，“进化”便被派上了用场。而且因为多数进化论者都将生物的变化视为趋向复杂性增加的过程（即直达我们人类的过程），所以他们对于斯宾塞的概括性词汇的认识并没有破坏斯宾塞的进化定义。

具有讽刺意义的是，进化论之父似乎在独自坚持生物的变化只能导

致提高生物更适应所生活的环境，而不导致由结构复杂性或异质性的提高来界定的抽象、理想的进步——绝不说高等和低等。假如我们留意达尔文的警训，我们便会谅解今天科学家与普通人之间存在的许多迷惑和误解。因为在那些早就抛弃进化与进步之间存在必然联系并将其视为最糟糕的人类中心说偏见的科学家中间，达尔文的观点已经取得了胜利。而许多普通人依然将进化等同于进步，并且将人类的进化不止是看作变化，而且看作智力提高，等级提高，或还有其他一些所谓改善的标准。

现在比较广泛传播的反进化论文献——耶和华见证会①的小册子《人类来到这里是通过进化还是通过创生》中宣称，“用最简明的话说，进化指的就是生命从单细胞生物，经过数百万年，以一系列生物变化的方式，进化到生命的最高状态——人类……仅仅是生物基本类型的变化不能被视为进化”。

这种错误地将生物进化等同于进步的观念，一直有着不幸的后果。历史上，它产生了社会达尔文主义的滥用（达尔文本人有一点这种思想），这种臭名昭著的理论根据假设的进化程度排列人类种群与文化，并将（毋庸惊讶）白种欧洲人排在顶端，而将他们征服的殖民地排在底端。今天，这种思想仍然是致使我们在地球上傲慢的一个重要因素。我们相信，我们控制着居住在我们星球上几百万的其他物种，而不是与它们平等相处。“进化”一词的变更情况已经讲明白了，然而却不能为之做些什么。我当然也非常抱歉，科学家们挑选一个含有进步意思的本国语词汇，来指称达尔文的虽然不太悦耳但却准确得多的“带有饰变的由来”时，确实存在着基本的误解。

---

① 19世纪后期由查尔斯·T. 拉塞尔在美国创立的一个基督教派，认为“世界末日”在即，主张个人与上帝感应交流。——译注

4. 对达尔文理论的过早埋葬

在众多的电影《圣诞颂歌》（*Christmas Carol*）[1] 版本中，其中的一个有这样的场面，埃比尼泽·斯克鲁奇（Ebenezer Scrooge）正要拜访一位要死的伙伴雅各布·马雷（Jacob Marley）时，看到一位尊贵的绅士坐在楼梯上喘息。斯克鲁奇问道："你是医生吗？""不，"这个人答道，"我是殡仪经办人，我与医生从事的是竞争性的行业。"知识分子残酷的世界肯定是竞争很激烈的。宣称一个广为人知的观点的死亡是引人注意的事件。达尔文的自然选择理论一直是要被埋葬的候选者。最近，汤姆·贝瑟尔（Tom Bethell）在一篇题为《达尔文的错误》（《哈泼斯》杂志，*Harpers*，1976年2月号）的文章中还提到"我相信，达尔文的理论正处在垮台的边缘……许多年前，甚至最热心的支持者，都在静悄悄地抛弃自然选择"。对我来说，这真是新闻，而且我虽然以作为达尔文主义者而骄傲，但我却不是自然选择最热心的捍卫者。我想起马克·吐温（Mak Twain）对预先发表的讣告所做的著名答复："有关我死的报道太夸大其词了。"

贝瑟尔的论据对于许多从事实际研究的科学家来说，是个奇特的警告。我们已经有准备看到在新材料的影响下一个理论的衰亡，但是我们不希望一个伟大而有影响的理论因系统陈述中的错误而垮台。几乎所有注重经验的科学家都比较实在。科学家愿将学院哲学作为空洞的探讨而弃之不用。任何有头脑的人都可以直接凭直觉来思想。贝瑟尔并没有提供足以埋葬自然选择的材料，只引用了达尔文推论中的一个错误："达尔文犯了一个动摇他的理论的严重错误。而这个错误最近才被认识到……正是在这一点上，达尔文误入歧途。"

虽然我打算否定贝瑟尔的观点，我还是为科学家不愿认真探求论据

[1] 原著为英国作家狄更斯的小说。——译注

的结构而感到惋惜。正如贝瑟尔所称，进化论的变化并不大。许多著名的理论都是由含糊的隐喻和类比联系起来的。贝瑟尔正确地发现了环绕进化论的废话。但是我们之间有着本质的区别：在贝瑟尔看来，达尔文理论的核心已经腐坏，我却发现其中富含宝藏。

自然选择是达尔文理论的中心概念——最适者生存下来并将其优良的特性传播到整个群体中。自然选择是用斯宾塞的话“最适者生存”定义的。但这句著名术语的真正含义又是什么呢？谁是最适者？最适者是怎样确定的？我们通常看到的关于适应度的陈述无非是“差异的生殖成功”，即比起群体中其他的竞争成员来，生殖出更多的可以生存下去的后代。哇！贝瑟尔像以前的许多人一样，该大叫了。这个系统陈述只从生存的角度来定义适应度。自然选择的关键句子的含义不过是“那些生存下来的生存”——一句空洞的同语重复。〔同语重复是这样的句子，如“我父亲是个男人”，其中宾语（一个男人）不含任何信息，也不紧扣主语（我父亲）。同语重复比较容易确定，而它不是可以检验的科学陈述，即定义中陈述的句子不含可以检验的真实内容。〕

但是达尔文怎么能犯这么一个重大而低级的错误呢？即使对他批评最严厉的人也没有指责过他愚钝。显然，达尔文必定尝试过另外的途径来确定适应度的差异，即不仅依据生存来作适应度的标准。达尔文提出过一个独立的标准，但贝瑟尔正确地指出达尔文是按照类比建立这个标准的，这真是一个危险不可靠的策略。人们可能以为像《物种起源》这样一部革命性的书籍的第一章可能涉及的是宇宙问题和一般性的论述。但不是 第一章谈的是鸽子。达尔文用了最初50页的大部分篇幅论述动物驯化者保持优良品性的“人工选择”。他在这里确实在使用一种独立的标准。养鸽者知道他要的是什么。最适者并不是从生存的角度确定的。最适者之所以可以生存，是因为它们具备了所需的特性。

自然选择的原则建立在与人工选择类比的正确性上。我们必须像养鸽者那样能预先确定最适者，而不是根据以后的生存来确定。但是大自然不是动物驯化者，没有预定的目的来调节生命的历史。在自然界，生存者所具备的特性必然被视为“比较进化的”；在人工选择中，在驯化

开始前，“优良”的特性便已经确定了。贝瑟尔认为，后来的进化论者认识到达尔文类比的失败，并重新将“适应度”仅仅定义为生存下来。但是他们没有意识到他们已经动摇了达尔文中心设想的逻辑结构。大自然没有提供适应度的独立标准，所以，自然选择是同语反复。

随即，贝瑟尔提到从他的主要论据中得出的两个重要推论。首先，假如适应度指的是生存，那么自然选择怎么能成为达尔文宣称的“创造性”力量。自然选择只能告诉我们“一个特定动物类型”如何“成为数量多的”类型；利用自然选择不能解释“一种动物类型如何逐渐变成另一种类型”。为什么达尔文及其他一些维多利亚时期著名的人物那样确信无意识的自然可以与驯化者有意识的选择相比。贝瑟尔认为，工业革命成功的资本主义化氛围，已经将任何变化确定为内在的进步。在自然中仅仅生存下来可能就是好的：“那么人们便开始看到，达尔文真正发现的只不过是维多利亚时期人们信奉进步的倾向而已。”

我相信达尔文是对的，而贝瑟尔及其同僚是错的：独立于生存的适应度标准可以用于自然界，而且进化论者一直这样用着。但是我首先承认贝瑟尔的批评可以针对进化论的许多专业文献中、特别是将进化视为数量变化而非性质变化的抽象的数量分析研究。这些研究只是从差异生存的角度确定适应度。探讨只存在于计算机磁带中的假设群体基因 A 与 B 相对成功的抽象模型有何用处。然而，大自然是不受理论遗传学家的计算限制的。在自然界中，A 优越 B 将通过差异生存来**表达**，但并不是由差异生存来**确定**，或至少不要这样去确定，免得让贝瑟尔等人获胜，达尔文失败。

我对达尔文的维护并不惊人、新奇，也不深刻，我只是认为达尔文以动物驯化类比自然选择是有道理的。在人工选择中，驯化者的欲念代表了群体的“环境变化”。在这样的新环境中，有些特性是优越的（它们生存下来并通过我们驯化者的挑选传播开来，但这是适应度的**结果**，而不是对适应度的**确定**）。在自然界中，达尔文式的进化也是对变化环境的反应。这里，关键在于，一定的形态、生理和行为的特性，像是设计好了的生活在新环境中，所以将是优越的。这些特性，从工程师出色设

计的标准角度看，而不是从生存下来及传播的经验事实角度看，具有了适应度。多毛的哺乳类动物进化出绒毛外表之前天气已经冷了。

为什么这个问题引起进化论者这么激烈的争论呢？还好，达尔文是正确的。生物在变化的环境中具有优越的构造及功能是适应度的独立标准。然而为什么有人认真地认为糟糕的构造与功能会取胜呢？是的，实际上许多人提出过。在达尔文时代，许多竞争的进化论主张最适者（具有最出色的构造与功能）必然被抛弃。曾经使用过我现在办公室的美国著名古生物学家阿尔丰斯·海亚特提出过族的生命周期观点，在当时很流行。海亚特宣称，进化的谱系像个体一样，具有青年、成熟、老年和死亡（灭绝）的周期。衰落和灭绝是预定的。正是成熟导致衰老，构造及功能尚佳的个体死去，而脆弱谱系中迟钝、松垮的生物取而代之。另外一个反进化的观点直生论提出，一定的趋向，一旦产生，就不会停止，由于构造与功能愈加成为劣势，所以必然导致灭绝。许多（也许是绝大多数）19 世纪进化论者认为，爱尔兰麋鹿的灭绝是因为角无法停止进化的增长（见文章 9），所以它们死掉，碰到树干或陷入泥潭。同样，剑齿虎的死亡通常被认为是由于犬齿过长，以致这种可怜的猫科动物不能张开颌使用犬齿。

因此，并非贝瑟尔所称，生存下来的生物所具有的特性就是构造及功能更适应的。“最适者生存”并不是一个同语重复。这句话不仅仅是对进化记录的想象或理性的阐释。这句话是可以检验的。这句话胜过那种无法就生命性质的对立依据和不同态度间做出的权衡。这句话可以超越它本身字面上的局限。

如果我是对的，贝瑟尔又怎能声称：“我认为，达尔文正处在被抛弃的过程中，或许是出于对这个可敬的老绅士的尊重，所以他依然安卧在威斯敏斯特大教堂（Westminster Abbey）的艾萨克·牛顿爵士（Sir Isaac Newton）的旁边，正在做的只是慎重而温和地使他消逝。”他提到的“牛虻”有 C. H. 沃丁顿（C. H. Waddington）和 H. J. 穆勒，好像他们是观念一致的缩影。他从未提到我们这一代著名的选择论者，例如 E. O. 威尔逊（E. O. Wilson）或 D. 詹曾（D. Janzen）。而且他引述新达尔文主

义的奠基者杜布赞斯基（Dobzhansky）、辛普森（Simpson）、迈尔（Mayr）和 J. 赫胥黎（J. Huxley）时，只是嘲讽他们关于自然选择是“创造力”的隐喻。（我并不是在宣称因为达尔文主义依然有声望所以才坚持它，我也是一只牛虻，相信没有批评的观念一致的确是风暴将至的信号。我仅仅是在报道，无论那是更好还是更糟，达尔文主义依然活着，而且还很兴旺，尽管贝瑟尔埋葬了它。）

但是为什么自然选择被杜布赞斯基比作作曲家，被辛普森比作诗人，被迈尔比作雕刻师，以及被朱利安·赫胥黎比作芸芸众生的莎士比亚？我不想为这些比喻的挑选作辩护。但是我愿支持这种倾向，即说明达尔文主义的本质就是自然选择具有创造性。就我所知，所有反达尔文理论都攻击自然选择。自然选择被视作如同刽子手一样的否定作用，是不适者的屠夫（而按照这样的非达尔文主义机制，适应的产生是由于获得性遗传或环境直接引入有利变异）。达尔文主义的本质就在于其中宣扬的自然选择创造了适应。变异普遍存在，方向上是随机的。变异只提供原材料，是自然选择指导了进化变化的过程。自然选择保存了有利的变异，并逐渐形成适应度。事实上，就像艺术家从笔记、词汇和石头的原料中形成他们的创造，关于自然选择的隐喻并非不恰当。贝瑟尔由于没有接受独立于生存的适应度标准，所以他很难承认自然选择具有创造作用。

按照贝瑟尔的看法。达尔文的自然选择具有创造力的概念只不过是那个时代社会及政治激发出的幻想。在英帝国维多利亚时期的乐观主义形成中，变化被视为内在的进步。为什么自然界中的生存不能等同于不是同语重复意义上而是更佳结构和功能意义上的更高适应度呢？

我竭力主张一个普遍性的论点，科学探讨出的“真理”通常是当时流行的社会及政治信念激发出的偏见。我曾就这个问题写过几篇文章，因为我认为通过揭示科学实践与人类所有的创造性活动相似，从而有助于揭开科学实践的神秘面纱。但是一般论点的真理，并不说明在任何特定的应用中都是正确的，而且我坚持认为贝瑟尔的应用就是一种极为错误的误用。

达尔文分别做过两件事情：他使科学界相信进化的发生，并且提出

自然选择的理论作为进化的机制。我情愿承认大家都将进化等同于进步，从而使达尔文的同代人感到他的第一种观点悦耳一些。但是达尔文终其一生都未使人们信服他的第二项探讨。直到20世纪40年代，自然选择理论才取得胜利。依我看，自然选择理论之所以没有在维多利亚时代被广泛接受，主要是这个理论否认在进化作用的内部存在一般的进步。自然选择是（生物）**局部地**适应变化环境的理论。自然选择理论没有提出更完美原则，不保证一般性的改善，简而言之，没有提供理由来认可那种赞同自然界存在固有进步的政治气氛。

达尔文独立的适应标准就是“改善的结构与功能”，但并不是当时英国人赞成的宇宙意义上的“改善”。对于达尔文来说，改善只意味着“面对直接的局部环境具备更好的结构与功能”。局部环境不断变化：或冷或热，或干或湿，或成草原或成森林。自然选择导致的进化就是通过差异性地保持生物更佳的结构与功能，从而跟上环境的变化，并生活在这样的环境中；从任何宇宙意义上看，哺乳动物的毛发都不是进步。自然选择可能产生了一种趋势，诱导我们设想更一般意义上的进步——脑容积的增加成了不同哺乳动物种群进化的标志（见文章23）。但是大的脑容在局部环境中才有用途；并不存在向着更大状态变化的内在趋向。而且达尔文还曾得意地表明，局部适应经常产生出结构与功能的“退化”，例如寄生动物解剖结构上的简单化。

如果自然选择不是进步的理论，那么它的声望便不是对贝瑟尔所说的政治见解的反映。我坚持认为，或许天真了些，自然选择理论现在有增无减的声望，必定与它成功地解释了我们所拥有的公认不太完备的关于进化的信息有关。我甚至猜想，查尔斯·达尔文还会伴随我们一些时光。

第二部分



人类的进化

5. 等级问题

在《亚历山大的宴席》(*Alexander's Feast*) 中，约翰·德莱顿 (John Dryden)[①] 描述了他的英雄在酒足饭饱之余，重述他的那些业绩辉煌的故事：

国王自得难按；
将打过的战役又打了一番；
再一次击溃了所有的敌人，
将已经杀掉的又杀了一遍。

150 年以后，托马斯·赫胥黎 (Thomas Henry Huxley) 在与理查德·欧文 (Richard Owen) 就海马回的争论中取得决定性胜利后，不愿乘胜追击，他援引了同样的想象："我们的生命太短了，不能将已经杀掉的再杀一遍。"

欧文通过提出人脑中有一种小的回转部 (即海马回)，在黑猩猩和大猩猩 (及其他所有生物) 中则没有，只存在于智人 (*Hoao Smpiens*) 中，而确立我们的独特性。但已经解剖过灵长类的赫胥黎——当时正准备他的著作《人在自然中位置的依据》(*Evidence as to Man's Place in Nature*) ——则明确表示，所有的猿都有海马回，而且灵长类脑的不连续性只存在于猿猴 (狐猴和眼镜猴) 与其他灵长类 (包括人类) 之间，而不存在人与猿之间。在 1861 年 4 月这一个月里，整个英国都在关注她的两位最伟大的解剖学家关于脑中一个小小突起的无休无止的争论。《笨拙》(*Punch*) 周刊嘲笑地用韵文记述了这个事件，而查尔斯·金斯利

① 德莱顿 (1631—1700)，17 世纪后期英国著名诗人。——译注

(Charles Kingsley)[1] 在1863年出版的少儿经典读物《水孩儿》(*The Water Babies*)中详细写了"海马回"。他提到，假如找到了小水孩儿，"他们会赋予他灵气，或登在《新闻画报》(*Illustrated News*)上，或者把这个可怜的小东西切成两半，一半送给欧文教授，一半送给赫胥黎，看他们如何谈论"。

那时西方社会已经容纳了达尔文及其进化论的含义。海马回的争论却是清楚地表明了这种调和中的最大障碍，即我们不愿意接受我们与自然之间存在连续性，我们热衷于寻找证明我们人类独特性的标准。伟大的博物学家一而再再而三地阐明一般的自然理论，却将人类视作唯一的例外。查尔斯·莱尔(Charles Lyell)认为世界是静态的(见文章18)，生命的复杂性不随时间而变化，所有生物的结构与功能从一开始就保持不变；人类是地质时期中瞬间创造出来的，在其解剖结构与功能恒定的基础上，精神的特征一跃而现。而阿尔弗莱德·拉塞尔·华莱士(Alfred Russel Wallace)作为一名热情的选择论者，在坚决地坚持自然选择是进化变化中唯一指导力量方面，比达尔文还达尔文，也认为在解释人脑方面是个例外(后来他转向唯灵论)。

而达尔文虽然接受了严格的连续性观点，却不愿意表达他的异端。在《物种起源》(*Oringin of Species*)第一版(1859)中，他写道："有关人类的起源和他的历史将会阐明。"后来的版本中加上了强调句"更加"。只是到了1871年，他才有勇气出版《人类的由来》(*The Descent of Man*，见文章1)。

长期以来黑猩猩和大猩猩一直是我们探讨人类独特性时争论的问题。因为假如我们在种类上而不是程度上区分我们人类与我们的近亲，我们便为长期探讨我们在宇宙中的自大找到了理由。这场争论很久以前就不再是简单的关于进化的争论，有教养的人现在已经接受了人与猿之间存在连续性的观点。但是我们与我们的哲学和宗教遗产有着非常密切的联系，所以我们仍在寻找我们与黑猩猩之间在能力上的严格区别。正如赞

---

① 金斯利(1819—1875)，英国圣公会牧师，作家，支持达尔文学说，倡导基督教社会主义，写过不少文学作品，《水孩儿》是他的著名儿童作品。——译注

美诗中所唱："什么是人，人有心灵，人仅次于天使，人充满光荣和荣誉感。"人们尝试过许多标准，而这些标准一个接一个地失效了。唯一诚实的选择是承认我们与黑猩猩之间在种类上是连续的。这样我们又失去了什么呢？只是古老的灵魂概念变得更加微不足道，而且还弘扬了我们与自然统一的观点。我提出三个标准，从而比起其他的观点，甚至比起赫胥黎大胆的设想，更加认为人类与黑猩猩关系很近。

1. 欧文传统的形态独特性。赫胥黎永远熄灭了那些寻找人与猿之间解剖上不连续的热情。然而，在某些方面，这种寻找还在继续。成体黑猩猩与人类之间的差别是显而易见的，但并不是种类上的差别。无论各个部分，还是器官的位置，我们都是一样的；只是在相对的体积和生长的速率上，我们存在着差别。D. 斯塔克（Prof. D. Starck）教授及其同事本着德国解剖学研究重视细节的特点，最近研究得出结论，人与黑猩猩的颅骨之间仅有量上的差别。

2. 概念上的独特性。自从欧文溃败之后，没有哪个科学家再坚持推出解剖学的依据了。相反，人类独特性的捍卫者则坚持认为人与黑猩猩之间在心智能力方面存在不可逾越的隔阂，为了证明这种隔阂，他们一直在寻找明确的区分标准。早一代的人援引使用工具，但是聪明的黑猩猩可以使用各种人工制品去获取难以得到的香蕉，或释放被囚禁的同伴。

最近的观点则集中在语言和概念化上，这是种类上潜在差别的最后堡垒。早期教授黑猩猩谈话的实验显然不成功，仅仅使黑猩猩产生出轻微的喉声和微弱的发音。一些人由此得出结论，这种失败反映了中枢构造上的缺陷。但这种解释显得太简单了，很不深刻（当然如何说明在自然条件下黑猩猩的语言能力还是次要的问题）：黑猩猩的声带构造使它不能发出连续清晰的声音。如果我们能找到另外的途径与黑猩猩交流，我们可能会发现它们远比我们设想的要聪明。

但是现在所有的报纸读者和电视观众已知道另一种方法产生出的惊人成果，利用聋哑人的手语与黑猩猩进行交流。当耶基斯实验室（Yerkes Laboratary）的明星学生拉娜（Lana）开始询问它以前从未看到过的东西的名称时，我们还能否认黑猩猩也具备概念化和抽象的能力吗？这

不只是巴甫洛夫式的条件反射。1975 年 2 月，R. A. 加德纳和 B. J. 加德纳（R. A. Gardner and B. T. Gardner）报道了他们利用手语驯练刚出生的小黑猩猩的结果。（哇！他们以前的研究对象是一岁后才开始进行手语训练的，经过六个月的训练，它的词汇中仅有两个信号。）3 个月之后，两只黑猩猩都开始做出可识别的信号。其中一只黑猩猩莫雅（Moja）在 13 个月后，已经会了 4 个词：来给我，走，多，喝。它们现在的进步并不比人类中的孩子慢（我们通常只是等待孩子的讲话，并不了解孩子在讲话之前向我们做出的信号）。当然，我并不相信我们与黑猩猩之间在心智上的差别仅仅是抚养的问题。我并不怀疑与人类的孩子获得的成就相比，这些幼小黑猩猩的进步相对会慢下来。我国下一任总统不会是另一个物种。然而，加德纳家人的工作还是令人惊奇地证明了我们是如何低估了我们在生物学上最近的亲戚。

3. 遗传学上的整体差异。即使我们承认从单一特征和能力上无法完全区分人类与黑猩猩，至少我们能够证明我们与黑猩猩之间有很大的遗传的整体差异。总之，这两个物种外形区别很大，而且在自然条件下做不同的事情。（虽然实验室里的黑猩猩表现出了准语言能力，我们还没有证据证明它们在野外具有丰富的概念交流。）但是，最近玛丽－克莱恩·金（Mary－Claire King）和 A. C. 威尔逊（A. C. Wilson）发表了关于这两个物种遗传差异的观点（《科学》，Science，1975 年 4 月 11 日），而且我想这个结果将推翻多数人仍然坚持的一种先验性的偏见。简单地说，他们利用所有的生化技术，尽可能多地检测蛋白质，发现这两个物种遗传上的整体差异很小。

两个物种形态差异很小，功能上分离，而且在自然中是生殖隔离的群体，进化生物学家称之为“兄弟种”。比起属于同一属但形态差别明显的物种（同属种），兄弟种的遗传差异要小得多。而黑猩猩与人类显然不是兄弟种，就是按照通常的分类实践，我们甚至也不是同属种（黑猩猩属于黑猩猩属，*Pan*，我们属于智人属，*Homo sapiens*）。然而，金和威尔逊已经表明，人类与黑猩猩之间的遗传整体差距比兄弟种之间的平均差距小，比测试过的任何同属种之间的差距更小。

一个出色的悖论。虽然我执著地认为我们的区别只是程度上的，但我们仍然是不同的动物。假如遗传整体差距非常小，这种差距在形态上和行为上会造成什么影响呢？按照原子论的观点，生物的每一个特性是由一个基因控制的，那么我们就不能将解剖上的不相似与金和威尔逊的发现协调起来，因为形态和功能上的差异是基因上许多差异的反映。

答案肯定是一些种类的基因效应更大，这类基因必定影响整个生物，而不仅仅是单个特性。即使遗传整体差异不大，这些关键基因的少量变化也可能使两个物种发生很大的差异。所以，金和威尔逊试图通过将我们与黑猩猩之间的差异归因于调节系统的突变，来解决这个悖论。

肝细胞和脑细胞都由同一染色体的同一基因控制，它们的根本差异并非是由于基因构成，而是发育的不同途径。在发育中，不同的基因在不同的时间开启和关闭，这样，即使是同一遗传系统，也产生出不同的结果。事实上，胚胎发育的奇妙过程必定是通过基因活动精巧的定时来调节的。例如，导致来自同源肢芽的手的差异性，必定是细胞突然在某些区域生长迅速（形成手指），而在某些区域则死亡（手指之间）。

许多遗传系统肯定专门负责确立发育事件的定时，即负责基因的开启和关闭，而不负责决定特定的特性。我们将控制发育事件定时的基因视作调节系统。显然，每一调节基因的变化都会对整个生物造成巨大的影响。延迟或加速胚胎发育的某一关键事件，整个发育过程都会随之改变。金和威尔逊因此认为人类与黑猩猩之间的主要遗传差异，在于最重的调节系统存在差异。

这是合理的（甚至必然的）假说。但是我们了解这种调节差异的性质吗？我们现在都不能确定其中所含的特定基因是什么，这样，金和威尔逊等于什么也没说。他们写道："对于今后人类进化的研究来说，最重要的是去证明黑猩猩与人类发育中基因表达定时上的差异。"但是我相信我们会了解这种定时变化的基础。正如我在文章 7 中提出的，智人种基本上是一种幼态持续的物种，我们通过放慢发育速度而由类猿祖先进化而来。我们会发现导致我们比所有灵长类相同的个体发育趋势放慢及使我们保持幼体生长趋势和比例的调节变化。

人类与黑猩猩之间遗传差距很小这一点，可能会诱使我们去设想最具潜在兴趣但道德上却难以接受的科学实验：杂交我们两个物种，以探讨其后代像什么，至少部分是个黑猩猩。这种杂交极有可能，因为我们之间的遗传差距太小了。但是为了避免出现一种完全可以和猿的行星上的英雄（指我们人类）相比的种族，我需要补充说明，这样杂交的后代应该是完全不育的，就像出于同样理由培育出的骡子一样。人类与黑猩猩之间的遗传差异很小，但其中至少包括十个大的倒位和移位。倒位是染色体片段的扭转。每一个杂交细胞中将有一组黑猩猩的染色体和一组人类的染色体。卵和精子通过所谓减数分裂或还原分裂产生。细胞分裂之前，每一个染色体必须与其对应的染色体配对（相聚在一起）。这样，相对的基因相互配对。每一个黑猩猩的染色体必须与人类的相应染色体配对。但是，假如与黑猩猩相应染色体配对的人类染色体上的片段倒位了，那么没有染色体片段精致的回转和扭曲，基因对应的配对便不能发生，而染色体片段的回转与扭曲又会妨碍细胞的成功分裂。

这种实验很有诱惑力，但是我相信将一直严禁从事这种配对的实验。而且，我们一旦发现如何与我们最近的亲戚交谈，这种实验的诱惑无论如何也会减小。我想我们可以直接通过黑猩猩了解到我们想要知道的事情。

6. 人类的枝状进化与梯状进化

我的第一个古生物学教师老得像他谈论的一些动物。他按照一本发黄的笔记讲课，这个笔记可能是他在读研究生时积累的，里面的词汇年年不变，纸却变得越来越陈旧。我坐在第一排，每当他翻纸时，破碎的黄色纸屑便会扑面而来。

谢天谢地，他没有教过人类的进化。近年来迅速挖掘出一些新的意义重大的前人类化石，以至于任何讲义都只能用一句基本上非理性经济的口号来形容——计划过时。每年当我在课上讲到这一主题时，我只有打开我的旧文件夹，倒出最新文件中的内容。这里我继续这样做。

1975 年 3 月 31 日，《纽约时报》（*New York Times*）头版头条写道："在坦桑尼亚发现的化石将人类的历史追溯到 375 万年前。"著名的利基家族中未被讴歌过的英雄玛丽·利基博士（Dr. Mary Leakey）在 335 万年至 375 万年火山灰沉积岩的化石层间，分别发现了至少 11 个个体的下颌骨和牙齿。〔玛丽·利基常被称作路易斯的遗孀，她是一位著名的科学家，取得的成就，甚至比起她那声名显赫的亡夫的成就更令人信服。人们常将她发现的许多化石归功于路易斯，其中包括奥杜威（Olduvai）的"核桃钳人"（nutcracker man），即南方古猿鲍氏种（*Australopithecus boisei*），这是他们的第一个重要发现。〕玛丽·利基把这些碎片归类为属于我们人属生物的遗骸，大概属于路易斯·利基最先描述过的东非种能人（*Homo habili*）。[①]

那又怎么样？1972 年，哈佛的古生物学家布赖恩·帕特森将一块产

① 我的这篇文章写于 1976 年 1 月。确如我在文中所言，玛丽·利基将莱托里颌骨归为人属已经受到一些同行的批评，然而他们也没有提出其他的假说，只是指出，仅仅依靠颌骨不足以进行一定的分析。无论如何，这篇文章中的观点仍然是有效的，而根据我们关于非洲化石的知识，人属可能像南非古猿一样的古老。而且，我们仍然缺乏坚实的证据证明人科物种发生过任何进步变化。——原注

于东非的颌骨确定为是550万年前的。不过，他将这块碎片划归为南方古猿属，而不是人属。但是南非古猿被广泛地看作人属的直接祖先。分类学的惯例要求奖励对一个进化谱系的不同阶段所做的命名。然而，这个习惯不应该使生物学上的实在变得模糊。假如能人是南方古猿阿法种的直接后代（以及假如这两个物种在解剖特征上只有少量差异），那么最古老的“人类”可能会像最古老的南方古猿一样的古老，而非人为设定的人种中最古老的成员。那样的话，找到了比最古老的南方古猿晚150万年的一些颌骨和牙齿有什么可激动的呢？

我相信玛丽·利基的发现是近十年来第二个最重要的发现。为了解释我的激动，我必须提供有关人类古生物学的一些背景，并讨论进化论中的一个基本的、但很少为人所认识的问题，按照进化变化的比喻，就是“梯状”（进化）与“枝状”（进化）之间的矛盾。我想指出，就我们所知，南方古猿可能不是人类的祖先；而且无论如何，进化之路都不是梯状的。（我所说的梯状指的是通常将进化描绘成连续的祖裔顺序。）玛丽·利基发现的下颌骨和牙齿是我们所知的最古老的“人类”的下颌骨和牙齿。

许多人认为人类的进化是梯状的。我们一直在寻找连接猿的祖先与现代人类之间经过逐渐连续转变的单一进化顺序。“缺失的环节”或许更应称作“缺失的梯级”。如英国生物学家**J. Z.** 杨（**J. Z. Young**）最近在他的《人类研究导论》（*Introduction to Study of Man*）（1971）一书中所说：“一些杂交但变化的群体逐渐变成我们认作智人种的状态。”

具有讽刺意味的是，正是梯状的比喻首先否定了南方古猿在人类进化中起过作用。南方古猿阿法种（*A. africanus*）完全直立行走，但大脑容积比我们人类的要小三分之一（见文章22）。当20世纪20年代发现南方古猿阿法种时，许多进化论者还相信所有的特性变化应符合进化的谱系，即“类型和谐转化”。一种直立但脑小的猿只代表了肯定早就灭绝的异常分支（我想，真正的中间类型，大概是半直立的，脑容积为我们人类的一半的动物）。但是，随着20世纪30年代现代进化理论的发展，对南方古猿的异议消失了。自然选择可以在进化过程中独立地作用于适应的

特性，在不同的时间，以不同的速率改变这些特性。古生物学家将这种特性潜在的独立性称作“镶嵌进化”。

在镶嵌进化的作用下，南方古猿阿法种荣登（人类）直接祖先的崇高位置。正统的学说认为人类的进化是种三级梯子：南方古猿阿法种——直立人（爪哇人和北京猿人）——智人种。

20 世纪 30 年代，发现了所谓粗壮形的南方古猿，南方古猿硕壮种（***A. robustus***）（以及后来玛丽·利基于 50 年代后期发现的更极端的硕壮种，南方古猿鲍氏种，*A. boisei*），这样便出现了一个小问题。人类学家不得不承认南方古猿的这两个种生活的时期相同，即梯子上至少包括两个分支。然而，南方古猿阿法种的远祖地位并没有受到挑战：它只不过有了一个次要的、根本不成功的后裔，脑小，颌骨大的硕壮谱系。

然而，在 1964 年，路易斯·利基及其合作者通过命名东非的一个新种，能人（*Homo habilis*），而从根本上重新评价了人类的进化。他们相信能人与上述两个南方古猿谱系生活在同一时期，而且，如其名称所示，他们认为比起同时生活的南方古猿，能人更明显地像人。对于坚持梯状进化的人来说，这可是个坏消息：三个共存的前人类谱系！而且一个潜在的后裔（能人）生活的时期与设想的祖先生活的时期相同。利基发表了实属异端的看法：两个南方古猿谱系都是旁支，在智人种的进化中不起直接作用。

但是，由于两个原因，利基确定的能人引起了争议。传统的梯状观仍然受到捍卫。

1. 能人的化石很零碎，而且属于不同的地点和时期。许多人类学家认为利基的确定混合了两个不同的东西，两者都不是一个新的种：一些更古老的物质大概应属于南方古猿阿法种，一些晚近的化石属于直立人（***H. erectus***）。

2. 时期不清楚。即使能人代表了一个种，它可能比大多数或所有已知的南方古猿更年轻。正统的学说可能变成了有四个梯阶的梯子：南方古猿阿法种——能人——直立人——智人。

但是，就在这种扩充的梯状观点开始取得一致时，路易斯·利基和

玛丽·利基的儿子理查德在1973年报道了他10年来的发现。他挖掘到一个几乎完整的颅骨，脑容量差不多800毫升，大概是南方古猿阿法种的两倍。而更关键的是，他凭着好古的偏好，标定这个颅骨是属于230万年前的，即比大多数南方古猿的化石都古老，但不及最古老的550万年的南方古猿。能人不再是路易斯想象出的怪物。（理查德的样品通常慎重地以产地的数码来标定，ER－1470。但是无论我们是否选用能人这个名称，它确实是我们人属中的一员，而且它确实与南方古猿属于同一时期。）

现在玛丽·利基已经将能人缩回了100万年前（正如许多专家相信的那样，ER－1470可能更接近200万年前而不是更接近300万年前）。能人不是已知的南方古猿阿法种的直接后裔，这些新的发现事实上比几乎所知的南方古猿阿法种样品都古老（而所有这些零碎样品的分类学地位是否比玛丽·利基的能人更古老尚有争议）。根据我们已知道的化石，人属像南方古猿一样古老。（你还可以认为人类是从一种更古老的但尚未发现的南方古猿进化来的。但是还没有证据支持这种观点。而我也可以根据同样的理由猜想南方古猿可能是从一种尚不知道的人属进化来的。）

芝加哥的人类学家查尔斯·奥克斯纳德曾经认为南方古猿有另一个来源。他利用严密的多变量分析技术（从统计学角度同时考虑大的测量数目），研究了南方古猿、现代灵长类（大型猿和其他猴子）和人属的肩、盆骨及足。他的结论是，南方古猿与猿和人类相比，有着"独特的差异"，当然许多人类学家都不同意他的结论。他还提出将脑容较小、极为独特的南方古猿属的不同成员组成与人类谱系不相连的一个或几个平行的谱系。

假如我们必定识别出3个共存的人科谱系（南方古猿阿法种，粗壮南方古猿和能人）中并没有相互由来的关系，人类的梯状进化又怎么能成立？而且在它们生居在地球的时期，三者都不曾表现出任何进化的趋势。它们即使进化到今天，也没有一个种能变成脑容更大或更加直立的类群。

话说到这里，我诚惶诚恐地承认，我深知那些纷纷写信给我的特创

论者一定会想，“看，古尔德也承认我们不能在早期非洲人科中发现进化的阶梯；物种出现又消失，外形与远祖没有区别，听起来像是特创。”（当然有人可能要问，为什么上帝认为应当造就那么多人科种类，而且为什么他的后期作品直立人特别像人而不像早期的人科动物。）我认为这并不是进化本身的错误，而是我们多数人所持的进化过程的错误图景，即梯状进化；因此我们要转向枝状进化的主题。

我想指出，在化石记录中，物种“突然”的出现，以及我们没有找到它们以后变化的记录，正是我们理解的进化理论的恰当预期。进化通常是一种“物种形成”过程。从亲原种分裂出一个谱系，而非大的亲原种的缓慢而逐渐的变化。物种形成的重复间隔构成枝状图景。进化的“顺序”并不是像一个梯子上的梯阶，我们经过重溯再造发现那是一种迂回的途径，经过的路程像是一条曲径，从枝形图景的基点到现在生存至顶端的谱系，是一个又一个分支。

物种形成是如何发生的？这是进化论中一个长期的热点问题，不过多数生物学家会将物种形成归因为“异域理论”（争论的中心是对其他模式的承认程度；几乎多数人都同意异域的物种形成是最常见的模式）。**异域**指的是“在其他地区”。按照恩斯特·迈尔倡导的异域理论，新种是从在原来亲种分布地区的**外周**地带与亲种隔离的非常小的群体中产生出来的。按照进化的标准，在这种小的隔离体中，物种形成非常迅速，只需数百年或数千年（地质时间上属于微秒）。

在这种小的隔离群体中，有可能发生显著的进化变化。有利的遗传变异能很快地在群体中传播。而且在物种仅有立足点的地理边缘地区，自然选择的作用增强。而另一方面，在大的中央群体中，有利的变异传播得很慢，许多变化被适应的群体顽固地抵消了。在变更缓慢的环境中，生物的变化很小，但是在形成新物种的外周隔离的小群体中，几乎总是发生显著的遗传变化。

假如进化的发生差不多总是通过外周小隔离体中的迅速物种形成，而不是通过大的中央群体中的缓慢变化，那么化石记录应该是什么样的呢？我们不可能发现物种形成事件本身，在很小的群体中，这样的事件

发生得太快，与原生区域又隔离得太远。我们看到成为化石的新物种是这个物种已经进入祖先区域并变成大的中央群体了。在这种化石记录记载的历史中，我们不可能看到显著的变化，因为我们知道一个物种时，它已经成为成功的中央群体。只有当它的外周隔离体通过物种形成变成枝状进化图景中的分支，该物种才将参加到生物变化的过程中。但是这个物种本身在化石记录中将“突然”出现，并且以后迅速地突然灭绝，形态上没有明显变化。

非洲化石人科动物完全符合这样的猜测。我们知道人类枝状进化的3个共存的分支。如果到20世纪末之前又有两倍以上这样的分支再被发现的话，我不会感到惊奇。这几个分支在有记载的历史中并没有发生变化，而且假如我们正确理解进化的话，它们应不是新分支的产物，因为进化的发生集中在物种形成的迅速事件上。

我们智人并非是一开始就向着崇高位置迈进的预定梯状进化的产物。我们仅仅是曾经繁茂的枝状谱系中一个生存下来的分支。

7. 小孩是人类真正的父亲

庞斯·德莱昂（Ponce de Leon）在他发现的阳光灿烂的幽静地区寻找不老泉。中国的炼丹师通过将没有腐坏的新鲜物品与经久不变的黄金掺和在一起炼制长生不老药。我们有多少人步浮士德的后尘，与魔鬼做交易以换取生命的永恒？

但是我们文献中也记载了长久不死的潜在问题。华兹华斯（Wordsworth）[1] 在他著名的一首诗歌中，提出孩童的美丽容貌“像青草中的光彩，像花朵中的欣荣”，不能再现，所以他劝我们“与其悲伤，不如找到（青春的）背后蕴藏的力量”。奥尔德斯·赫胥黎（Aldous Huxley）[2] 写过一部小说，《天鹅最后的哀歌》（*After Many a Summer Dies the Swan*），说明永恒并非单纯的幸事。乔·斯托伊特（Jo. Stoyte）具备了只有美国的百万富翁才有的傲慢，他开始追求长生不老。斯托伊特雇佣的医生奥比斯波博士（Dr. Obispo）发现戈尼斯特第五伯爵通过经常摄取鲤鱼的内脏，使生命健康地延长到200岁。他们来到英国，闯入伯爵戒备的宅邸，令斯托伊特恐惧和奥比斯波震惊的是，伯爵和他的情人已经变成了猿。我们起源的可怕真理呈现了：我们通过保持祖先年轻的特征而进化。这个过程的专业叫法是幼态持续（neoteny）（字面上意思就是“保持年轻”）。

> “胚胎状的猿需要时间才能长成，”奥比斯波终于故作行家地说，“这真是太好了！”他脸上又浮上了笑容……斯托伊特先生抓住他的肩膀愤怒地摇动着……“他们怎么了？”“很正常。”奥比斯波

① 华兹华斯（1770—1850），英国诗人，浪漫主义诗风的代表人物。——译注

② A. 赫胥黎（1894—1963），美籍英国作家，写有诗歌、小说、剧本、评论等，代表作是寓言体讽刺小说《奇妙的新世界》。——译注

轻快地说……这种胚胎状的类人动物可以成熟……第五伯爵并没有从他坐着的地方移开，就把尿撒到了地上。

奥尔德斯·赫胥黎的主题来自荷兰解剖学家路易斯·伯克（Louis Bolk）20世纪20年代提出的“胎化学说”（fetalization theory）（奥尔德斯大概从他哥哥朱利安那里听到这个学说的。朱利安做过一些关于爬行动物延迟变态的重要研究）。我们与其他灵长类，或一般的哺乳动物，有许多幼年的特征（不是成年的特征）是相同的，伯克的观点就是建立在这一点上。伯克列举的特征有20多个，其中包括：

1. 我们圆球状的头盖骨，即我们脑的房屋。胚胎期的猿和猴子都有类似的头盖骨，但它们脑的增长要比身体其他部位的增长慢得多（见文章22和23），成体的颅拱变得比较低比较小。我们的脑本身大概由于延续了胚胎期的迅速增长速度，所以体积比较大。

2. 我们“幼年的”脸，直的面廓，颌小，牙小，平缓的眉边。幼年猿的颌骨同样比较小，但颌骨比颅骨的其他部位生长得要快，所以成了成体前突的吻部。

3. 枕骨大孔（我们颅骨连接脊椎的孔）的位置。在胚胎期间，与多数哺乳动物一样，我们的枕骨大孔位于颅骨下侧，孔朝下。我们的颅骨位于脊骨的顶端，当我们站直时，我们看上去有些前倾。在其他哺乳动物中，这种胚胎定位的变化使枕骨大孔变到颅骨的后侧，孔朝后。这样的位置适合了四足生活，因为这样的话，头位于脊椎的前方，眼睛朝向前方。常被引为人类标志的形态学特征就是我们大的脑、小的颌和直立的姿势。幼年特征的保留可能在进化中起到过重要的作用。

4. 颅骨的骨缝出生后才闭合，以及骨骼延迟骨化的其他特征。婴儿有一个小的“囟门”，这个颅骨的骨缝直到一定的年龄才完全闭合。这样我们的脑便可以在出生后继续明显增长。（在其他多数哺乳动物中，脑几乎在出生后便完成了增长，颅骨也完全骨化。）一位著名的灵长类解剖学家曾经指出：“虽然人类比其他灵长类在子宫内生长的体积要大，但是他出生时骨骼的成熟并不比我们所知的猴子或猿进步到哪去。”只有人类

的长骨端和指趾在出生时依然是软骨化的。

5. 妇女阴道的腹向性。我们面对面的性交最适意，因为我们身体的构造适于这种方式。在哺乳动物的胚胎中，阴道也向前，但在成体中，阴道变成向后，所以雄性从身体背侧交媾。

6. 我们僵硬、不能旋转而且与其他脚趾不相对的大脚趾。绝大多数灵长类的大脚趾和我们的位置一样，与其他的脚趾相连，但是可以向两边转动，并与其他脚趾相对，这样可以有效地抓握。我们通过保留幼年的特性产生出利于行走的强壮的脚，使直立的姿势得到了加强。

伯克列举的特征令人难忘（这里只是其中的一小部分），但是他将自己的观察结合在一个学说中，而这个学说使他的那些观察也随着被遗忘，并且这个学说还使奥尔德斯·赫胥黎得出反浮士德的隐喻。伯克提出，我们身体荷尔蒙平衡的改变会使整个发育延缓，从而使我们发生进化。他写道：

> 如果要用更强调的话来表达我的观点的基本原则，我想说，在身体发育中，人是已经性成熟的灵长类胚胎。

或者再引用奥尔德斯·赫胥黎的话来说：

> 存在着腺体的平衡……然后突变发生，开通了另一条途径。你得到一种发音速度延迟的新平衡。你长大了；但你成长得很慢，以致在你像你的远祖的胚胎之前，你就已经死了。

伯克并没有从这种明显的含义中退缩。假如我们所有的特征是因为发育时荷尔蒙分泌的突然中断，那么荷尔蒙还可以轻易地再分泌，伯克写道："你们将注意到，等到薄弱的延迟力再活跃起来的话，那么在以后的条件下，许多我们称作类猿的特征还会存在于我们的身体上。"

造物主是多么的脆弱！猿滞留在我们的发育中，只有通过腺体发育中的化学转化才能显出神的光芒。

伯克提出的机制从未赢得过许多人的支持，而且随着现代达尔文主义学说在20世纪30年代的建立而变得荒谬可笑。一种简单的荷尔蒙变化怎么能产生如此复杂的形态反应。并不是我们所有的特征都是延迟的（例如长的腿），而是有些特征表现出不同程度的延迟。器官分别的进化，以对不同的适应做出反应，这个概念我们称作镶嵌进化。不幸的是，伯克出色的观察也在人们对他古怪机制的合理批评的炮火中淹没了。现在，人类幼态持续的理论在人类学教科书中通常只占一两行的字。然而，我却相信这个理论基本上是正确的；幼态持续在人类进化中即使不是最重要的、也是本质性的问题。但是我们怎样将伯克的观察从他的理论中离析出来呢？

假如我们一定要将论点建立在种种幼态持续的特征上，那么我们不会成功。镶嵌进化的概念表明，器官面对不同的选择压力，将按不同的方式进化。幼态持续的支持者列出了他们认为的特征，反对者也有他们的证据清单，争论很快便暂停。谁敢说哪个特征是“更基本的”？例如，最近一位幼态持续的支持者写道：“多数动物的某些特征发育迟缓，某些特征发育迅速……关于平衡，我想在人类中，比起其他动物来，迟缓的特征远比加速的特征重要。”但是一位批评者则宣称：“幼态持续特征与非幼态持续的关键特征相比是次要的。”幼态持续远比列举出的延迟性状更符合基本的要求；必定能证明幼态持续是作用于人类进化过程中的一种预期结果。

幼态持续的观点最初是在反对19世纪占统治地位的重演论中出名的。重演论宣称动物在胚胎中和出生后的生长中重复祖先的成体阶段——个体发育重演系统发育，我们都在高中的生物学中学到过这句奇妙的话。（重演论者认为，我们胚胎中的鳃裂代表了我们由来过程中经历过成体鱼的阶段。）假如重演是正确的（然而它不是），那么在进化史中特征将是加速的，因为只有发育加速了，祖先的成体性状才能变成后裔的幼体阶段。但是幼态性状是延迟的，是祖先的幼体特征在后裔成体阶段的推迟表现。因此，在加速发育与重演以及迟缓发育与幼态持续之间存在一般的对应。如果我们在人类的进化中可以证明一般的迟缓，那么

关键特征的幼态持续便不仅仅是人们依据经验列出的图表，而是一种预期的结果。

我不相信能够否认延迟是进化中的一个基本事件。首先，灵长类与其他多数哺乳动物相比，一般是延迟的。与体积差不多的其他哺乳动物相比，灵长类的生命更长一些，而且成熟得更缓慢一些。这种趋势贯彻于灵长类的整个进化。猿一般比猴子和原猴类体形更大，成熟得更缓慢，生命更长。我们生活的过程和节奏已经明显地慢下来。我们的孕期比猿的略长一些，然而我们的新生儿的身体要更重一些，大概是因为我们延缓了胚胎快速生长的速率。我已经提到过我们骨骼骨化的延缓。我们的牙齿生出得很晚，我们成熟得很晚，我们的生命更长。即使在其他的灵长类中相应的器官已经停止生长，我们的系统却继续生长。出生时，恒猴的脑占身体体积的65%，黑猩猩的脑占身体体积的40.5%，我们则仅占23%。在出生后的第一年，黑猩猩和大猩猩的脑容为最终脑容的70%，而我们人类则要过3年才能达到这个水平。著名的儿童发育专家W. M. 克罗格曼（W. M. Krogman）曾经写道："在所有生物中，人类的幼年期、童年期和少年期绝对是最延迟的。也就是说，人类是幼态持续的或生长期长的动物。他的整个生命周期的几乎30%都用于生长。"

我们的发育缓慢并不保证我们在成体时依然保留大量幼年的特征。但是因为幼态持续和延迟发育一般相互关联，所以延迟确实提供了顺利保留任何适应于后裔成年生活方式的幼年特征的机制。事实上，幼年特征是后裔潜在适应的贮存室，这些特征在发育明显延迟的情况下可以便利及时地利用起来（例如像前面讨论过的胚胎灵长类的非相对的大脚趾和小的面部）。在我们人类的情况中，幼年特征的"利用"显然控制了我们许多明显适应的途径。

但是延迟发育本身具有什么适应意义呢？这一问题的答案大概在于我们的社会进化。我们是杰出的习得动物。我们并不特别强壮、敏捷，并没有尚佳的结构和功能；我们的生殖速率也不快。我们的优势就在我们的脑，它有出色的通过经验学习的能力。为了增加我们的学习，我们已经通过延迟性成熟而延长了我们的童年，到了青春期我们才向往独立。

我们的孩子与父母的联系期很长，这样便增加了他们的学习时间，同时也加强了家庭的纽带。

这个观点是古老的，但依然讲得通。约翰·洛克（John Locke）[①]（1689）盛赞我们长期的童年使父母保持了结合："无论如何应该承认伟大造物主的智慧，他……使男人与女人共处的时间必然比其他动物的雄性和雌性之间的相伴延续得更长。这样有利于他们的事业，使他们的兴趣很好地结合了，为他们从事共同的事情做好了准备，奠定了良好的基础。"而亚历山大·蒲柏（Alexander Pope）[②]（1735）说得更好，而且是以英雄偶句诗体的形式道出的：

飞禽走兽也照顾后嗣。
母亲哺育孩子，父亲保护幼仔。
后代略微长大，便独自漂泊天地之间，
它们不再随心所欲，它们失去了照看。
人类给无助的幼儿更多的关怀，
长期的照料延长了人们之间的纽带。

① 约翰·洛克（1632—1704），英国经验主义哲学家，代表作是《人类理解论》《政府论》。——译注

② 亚历山大·蒲柏（1688—1744），英国诗人，代表作是长篇讽刺诗《奇发记》《群愚史诗》。——译注

8. 人类的婴儿是胚胎

我年轻时，杨基棒球队[1]会煽情的节目主持人梅尔·艾伦（Mel Allen）最初由于过于热心支持他的赞助者而使我不快。当他将全垒打称作“巴兰坦[2]击打”（Ballantine blasts）时，我并没有生气。但是我的耐心在一个中午丧失了，当时迪马乔（DiMaggio）[3] 将球击出左边界外有一英寸，而艾伦却解释：“也就出界了白枭牌雪茄的一丝烟灰那么多。”我希望我不会因为承认我阅读和喜欢《自然史》杂志而生出类似的不悦。我有时甚至从其中的文章中得到灵感。

在 1975 年 11 月号上，我的朋友鲍伯·马丁（Bob Martin）写了一篇关于灵长类生殖策略的文章。他侧重在我尊敬的一位科学家、颇有个性的瑞士动物学家阿道夫·波特曼（Adolf Portmann）的工作上。波特曼通过繁复的研究，识别出哺乳动物生殖策略的两种基本模式。一些常被我们划作“原始的”哺乳动物，孕期很短，生出一窝发育不全的幼仔（体积小，无毛，需要照料，眼和耳未张开）。生命周期短，脑（相对于身体的体积）小，社会行为尚未发育好。波特曼将这种模式称作“守雏型”模式。另一方面，许多“高级的”哺乳动物孕期长，生命周期长，脑大，有复杂的社会行为，一胎产仔数少，幼仔的能力发育良好，至少在出生时可以部分地无需照料。具有这些特征的是早熟型哺乳动物。按照波特曼的观点，进化是一个必然导致精神更加发展的过程，守雏型模式是原始的，是更高级的早熟型类型的准备阶段，这一进化的过程是脑

[1] 我没有恪守我在导论中的承诺，将这些文章最初发表之处（我在《自然史》月刊上开设的专栏）中的主题参考文献都删掉。在那里我甚至还有机会向那位在我年轻时心目中的地位仅次于我父亲的人表示尊敬。他及其杨基队曾经给我带来许多快乐（我甚至还有一个一天迪马乔打出界的棒球）。——原注

[2] 巴兰坦，当时杨基队著名棒球队员。——译注

[3] 迪马乔，当时杨基队的著名棒球队员，曾是美国著名影星玛丽莲·梦露的丈夫。——译注

的增加。多数英语国家的进化论者会否定这种解释，并将这两种基本的模式与不同生命方式的直接需求联系起来。（我在这些文章中经常表示我对将进化等同于“进步”的怀疑。）马丁提出，守雏型模式似乎与贫瘠、波动、不稳定的环境相关，动物在这样的环境中最好的办法就是尽可能多地生产后代，这样有一些后代便可以度过艰难的资源无保证的状况。早熟型的模式则很适应稳定的热带环境，这里的资源有保障，动物可以将它们有限的能量更多地用于少数发育良好的后代身上。

无论如何解释，无人可以否认灵长类是典型的早熟型哺乳动物。比较身体而言，在哺乳动物中，灵长类的脑是最大的，孕期和生命周期也最长。在多数情况下，每胎的产仔数已经减到最小量，幼仔出生时发育良好，具有一定的能力。然而，虽然马丁没有提到，我们还是遇到一个显眼而令人窘迫的例外——即我们人类。我们与灵长类的近亲有许多相同的早熟型性状，生命长，脑大，胎仔数少。但是我们的婴儿出生时像许多守雏型的哺乳动物幼仔一样需要照料，发育不全。事实上，波特曼本人也将人类的婴儿称作“次级守雏型的”。为什么这个在某些特征（即脑）上是所有物种中最早熟的物种，进化出的婴儿却比其他灵长类的幼仔发育得更加不全、更加需要照料呢？

我将提出一个答案来解释这个问题。这个答案会因其特有的荒谬而使多数读者震惊：人类的婴儿在出生时是胚胎，这一胚胎生活了九个月左右。假如妇女在婴儿“应该”出生时再生产，孕期要达一年半，那样，我们的婴儿就与其他灵长类具有同样标准的早熟型特征。这是波特曼的观点，他在 20 世纪 40 年代用德文发表了一系列有关的文章，美国人并不知道。阿什利·蒙塔古（Ashley Moutagu）在 1961 年 10 月发表在《美国医学会学报》（*Journal of the American Medical Association*）上的文章中独立地得出了同样的结论。牛津的心理学家 R. E. 帕辛厄姆（R. E. Passingham）1975 年在名为《脑、行为与进化》（*Brain*，*Behavior and Evolution*）的专业杂志上发表的文章中支持了这个观点。我也愿意基本上成为这一人员不多的小组中的一员，赞成这个观点基本正确。

人们最初之所以认为这样的论点可能是十足的胡扯，大概是由于对

人类孕期的认识。黑猩猩和大猩猩的孕期可能不算太短，但人类的孕期却是灵长类中最长的。我怎么能因为人类的婴儿（在某种意义上）出生得太早就声称人类的婴儿是胚胎呢？答案是，在所有的生物学计算中，按地球的天数不能提供恰当的时间量度。当从动物自身的新陈代谢或发育速度的角度来衡量时间的话，才能正确地分析一些问题。例如，我们知道哺乳动物的生命周期从几周到一百年。但这是哺乳动物自己对时间和速度感知的“真实”区别吗？一只蝙蝠真的比一头大象的生命短吗？衡量的规则表明，小型热血动物比大型热血动物的生命节奏更快（见文章21和22）。心跳更迅速，新陈代谢也以更快的速度进行。事实上，以若干相对时间的尺度衡量，所有哺乳动物的生命周期差不多。例如，所有的哺乳动物在其生命周期中呼吸次数差不多（生命时间短的小型哺乳动物比代谢慢的大型哺乳动物呼吸更快）。

按照天文的天数来算，人类的孕期是长了，但是相对于人的发育速度，则缩减了。我在前一篇文章中提出，人类进化（也许不是）主要的特征是我们发育的迟缓。比起其他灵长类，我们的脑生长得更慢，而且生长的时间更长，我们的骨骼骨化得很晚，我们的童年期极大地延长了。事实上，我们的发育并没有达到多数灵长类达到过的水平。在许多重要的方面，人类的成体保留了灵长类祖先的幼年特征，这种进化现象叫作幼态持续。

与其他灵长类相比，我们是以蜗牛的速度在成长和发育，然而我们的孕期只比大猩猩和黑猩猩的孕期长很少的几天。相对于我们自己的发育速率，我们的孕期明显地短。假如孕期的长度像我们成长和发育的其他速率一样放慢，人类的婴儿在子宫里待了9个月后，还应待上7至8个月（帕辛厄姆的估计）到一年（波特曼和阿什利·蒙塔古的估计）才能出生。

难道我是在沉湎于只是用比喻说明或用文字游戏来认定人类的婴儿“仍然是一个胚胎”吗？我已经哺育我的两个孩子度过了这一脆弱的年龄段，而且对他们心理和身体发育中的所有快乐和奇妙都有经验，知道这样的事情绝不可能发生在黑暗囚闭的子宫中。然而，当我考虑婴儿体

质成长的材料时，我依然站在波特曼一边，认为在婴儿的第一年中，他们与灵长类和哺乳动物的胚胎，而不是与其他灵长类的幼仔，具有许多共同的特征。（确定一定的生长模式是胚胎的还是出生后的，并不是人为的。出生后的发育不仅是胚胎趋势的延续，出生还标志着许多特征的非连续性。）例如，人类婴儿的肢骨端或指没有骨化；新生儿的指通常完全没有骨化中心。这一骨化水平与猕猴第 18 周的胚胎差不多。当猕猴在孕后第 24 周出生时，肢的骨化程度是人类的出生婴儿所不及的。更关键的是，我们的脑在出生后依然以快速的胚胎速度增长。许多哺乳动物的脑实际上在出生时已经完全形成了。还有一些灵长类的脑在出生后的早期还在发育。人类婴儿的脑在出生时仅为最终体积的四分之一。帕辛厄姆写道："人类的脑出生后的六个月才达到黑猩猩出生时脑所占的比例。假如人类的孕期在发育和生命周期中所占的比例像猿中占的比例那样高的话，那么，这一时间与人类预期出生的时间便吻合了。"

20 世纪最著名的灵长类解剖学家 A. H. 舒尔茨（A. H. Schultz）在总结他对灵长类生长的比较研究时说道："考虑到在子宫中的生命时期，显然人类的个体发育并不独特，但是人类的独特之处在于明显地延缓了生长的全部完成和死亡的降临。"

但是为什么人类的婴儿提早出生？为什么进化使我们的发育有这么大的延缓，但是使我们的孕期受到抑制，因而使我们有了本质上还是胚胎的婴儿？为什么孕期并不像其他发育一样延缓？按照波特曼从精神角度对进化的解释，这种提前的出生必定符合心智功能的要求。他认为，人类作为习得的动物，需要离开黑暗的无争无扰的子宫，以易变的胚胎，去获取子宫外环境中丰富的影像、味道、声音和触摸。

但是我相信（与阿什利·蒙塔古和帕辛厄姆的观点一样），更重要的原因要按照被波特曼轻蔑地视为粗糙的机械论及唯物论来考虑。通过我所看到的（虽然我不能确切地知道），如果适当地摆脱那些自傲的男大夫的操纵，人类的分娩该是一个愉快的过程，那些男大夫没有分娩的经历，却试图控制整个分娩过程。然而我不想否认，比起其他多数哺乳动物，人类的分娩是困难的。粗俗地讲，分娩是紧紧的挤压。我们知道，

当胎儿的头太大，不能通过盆道时，雌性灵长类在分娩时有可能死亡。A. H. 舒尔茨出示过一张照片，照片上是树狒狒正在出生的胚胎以及死于分娩的母狒狒的盆道，从照片上看，胎儿的头比产道大得多。舒儿茨认为这么大的胎儿是这一物种中的极限："当选择肯定有利于具有大盆腔的雌性时，选择无疑也会不利于孕期的延长，或至少不利于无限大的新生儿。"

我确信，没有几个女人能成功地生出一年大的婴儿。

这一故事中的过失者就是我们最重要的进化特征，我们的大脑。在多数哺乳动物中，脑的成长完全是胚胎现象。但是由于脑绝不会长得很大，出生时便不会有问题。在脑大的猴子中，生长是延缓的，以利出生后脑的增大，但相应的孕期并不改变。然而，人类的脑太大了，若要成功出生的话必须有另外的策略——相对于整个发育，孕期缩短，当脑只占胎儿体积的1/4时，就要分娩。

我们的脑大概已经达到体积增长的极限。我们进化的最优越特性的进一步发展终于受到了限制。除非女性的盆腔在构造和功能上有根本的改变，否则我们要出生的话就不得不保持这样的脑。但是，没关系，我们可以在以后漫长的岁月里，利用我们的巨大的潜力，愉快地学习如何去做事，然而对这一巨大的潜力我们却理解和探讨得很少。

第三部分



奇特的生物与进化的样板

9. 对爱尔兰麋鹿的错误命名、错误分析和错误理解

自然本身赋予这种生物巨大而高贵的角，她使这种生物变得独特，这样，它具有与其他小的四足类普通类群截然不同的式样。

托马斯·莫利纽克斯

(Thomas Molyneux)，1697

爱尔兰麋鹿，神圣罗马皇帝与英国号奇怪地组合在一起。三者的共同点在于名称的不恰当。伏尔泰（Voltaire）[①] 告诉我们，神圣罗马皇帝，既不神圣，也不是罗马人，又不是皇帝。英国号是欧洲大陆的双簧管，原来的样子是弯曲的，因此又叫“有角的”（angular，音似 Anglo，盎格鲁）（败坏英国人的）号。爱尔兰麋鹿既不止生活在爱尔兰，又不是麋鹿。[②] 它是迄今生活过的最大的鹿，它的巨角给人以很深的印象。莫利纽克斯博士 1697 年第一次描述它时就惊叹“这些巨大的角”。1842 年，拉特克用“令人欣佩”这种独特语句来形容这种怪物。虽然吉尼斯世界纪录不收入化石，并且将美国麋的角列入其中，然而，在生命的历史上，的确没有哪种动物的角超过、甚至接近过爱尔兰麋鹿的角。根据可靠的估计，它的整个长度达 12 英尺。当我们认识到爱尔兰麋鹿的角像其他的鹿角一样每年都要脱落和再生，我们更加惊叹它的长度了。

---

① 伏尔泰（1694—1778），法国启蒙思想家、作家、哲学家，代表作有《哲学书简》、小说《贡第德》等。——译注

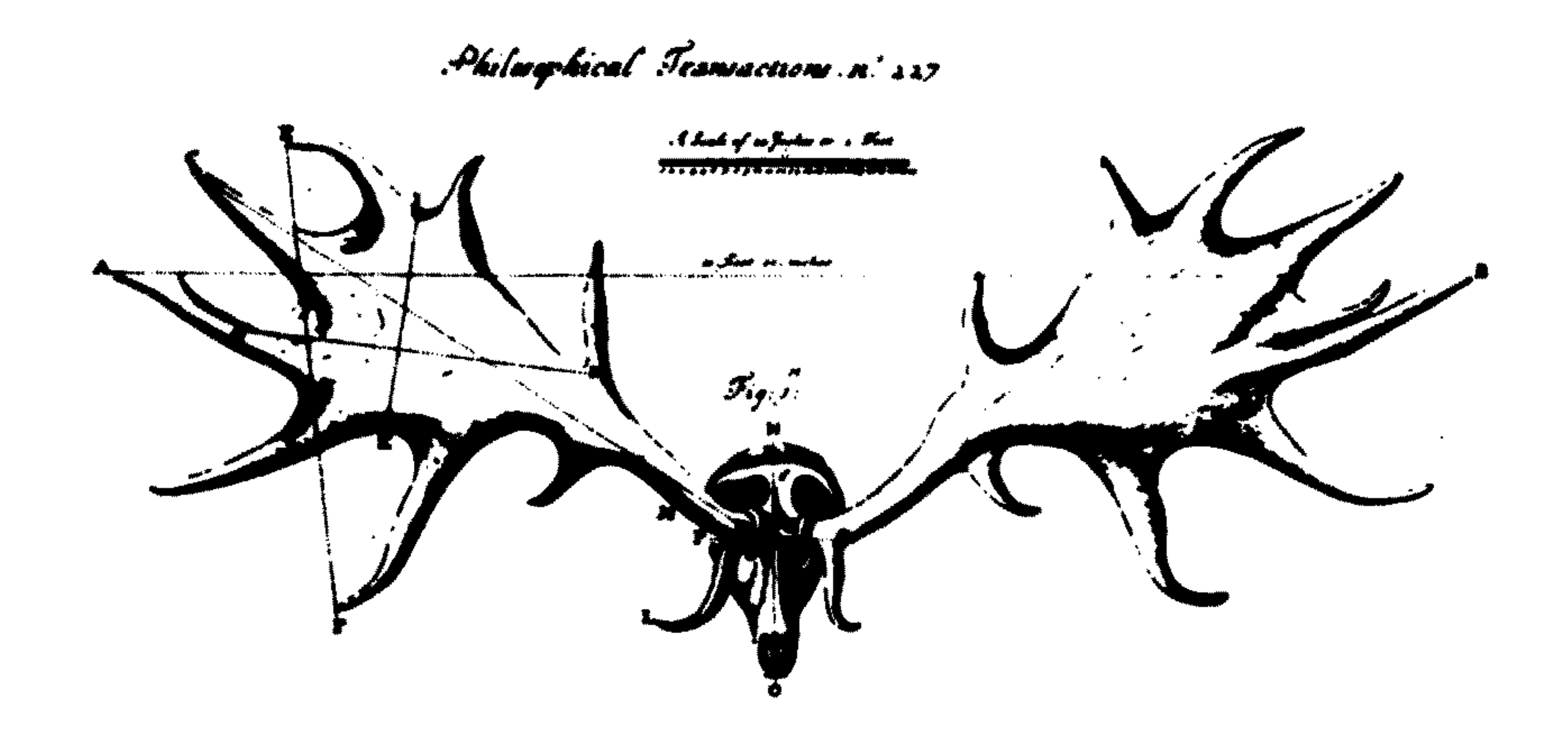
② 麋鹿（elkt 又译作麋，駝）在西文中一般指的是鹿属（Cervus）中的大型动物；爱尔兰麋鹿属于大角鹿属（Megaloceros）；而鹿则泛指鹿科动物。原产我国的“四不像”，学名也叫麋鹿，却是不同的属（Elaphurus）。——译注

在爱尔兰，很早以前人们就知道这种巨鹿的化石了，它仍埋在湖泊淤泥下的沉积层中。在引起科学家的注意之前，人们用巨鹿的角化石作门柱，在蒂龙县，人们甚至用它作为小溪上临时的桥。有一个故事，大概是编造的，讲的是在安特里姆县，人们用巨鹿的角搭起篝火，庆祝在滑铁卢战胜了拿破仑。它们之所以被叫作麋鹿，是因为欧洲麋（对讲英语的人类说就是麋鹿）是人们唯一熟悉的角的大小接近巨鹿角的动物。

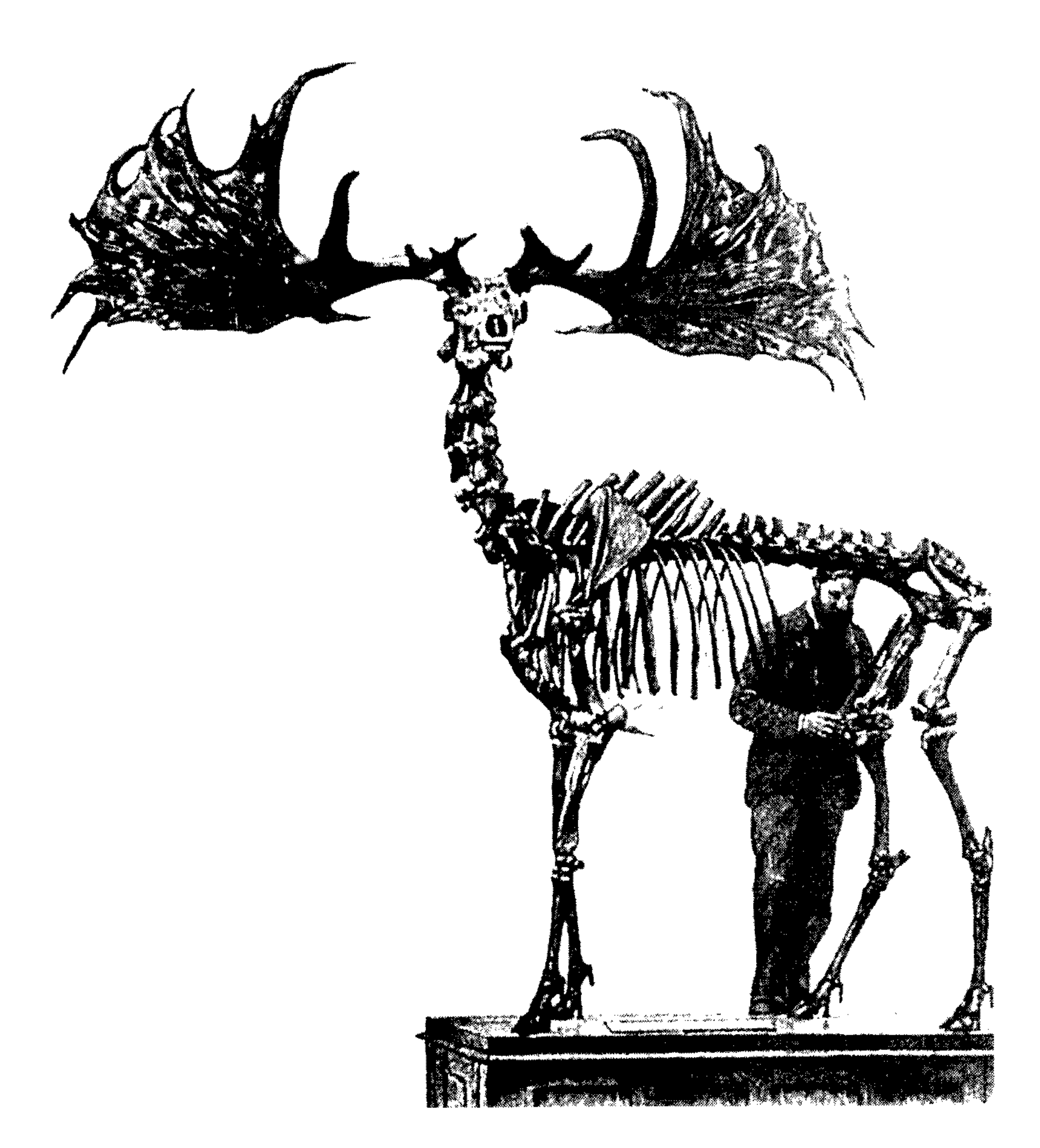
已知最早的巨鹿画作于 1588 年。大约一个世纪之后，（英王）查理二世得到一对角，并且（按照莫利纽克斯的说法）“高度评价了它们出奇的巨大”。他在汉普顿科特建有角廊，在这个角廊中，巨鹿的角“极大超过”其他的角，“使别的角显得很平常”。

到了 1746 年以后，就不止在爱尔兰发现了巨鹿（虽然其名称沿用了下来），那时在英格兰的纽克郡发现巨鹿的颅骨和角。随即，欧洲大陆也首次于 1781 年在德国发现了巨鹿。第一个完整的骨架（依然立在爱丁堡大厅博物馆中）于 19 世纪 20 年代在曼岛发掘出来。

我们现在知道，东到西伯利亚和中国，南到南非，都有过这种巨鹿。英国和欧亚大陆的样品几乎都不全，世界上许多博物馆展出的较好标本差不多都来自爱尔兰。巨鹿在几百万年前的冰河期发生了进化，在大陆可能生存到有史时期，但在爱尔兰是大约 1.1 万年前左右灭绝的。



托马斯·莫利纽克斯 1697 年文章中的巨鹿图，鹿角画得不正确，向前倾斜了 90°。



从前一位富有的学者在测量爱尔兰麋鹿的后肢。这幅图片最初由 J. G. 米莱斯 1898 年发表。

詹姆斯·帕金森（James Parkinson）1811 年写道："在英国皇帝的化石收藏中，据信没有什么（比巨鹿）更使人惊奇的。"在整个古生物学史中也是这样。抛开奇妙的奇闻逸事和巨大东西通常激发的好奇，巨鹿的重要之处是在进化论争论中的贡献。每一位著名的进化论者都利用过巨鹿来捍卫他赞成的观点。争论一直集中在两个主要问题上：（1）这么大的角有什么用途？（2）巨鹿为什么灭绝？

关于爱尔兰麋鹿的争论长期以来集中在灭绝的原因上，而莫利纽克斯最初文章的主要目的是认为它可能还活着，这太有讽刺意味了。17 世

纪的许多科学家都坚持认为，任何物种的灭绝都不符合上帝的仁慈及造物的完美。莫利纽克斯1697年文章的开始部分写道：

> 按照许多博物学家的看法，生物中没有哪个物种自创生以来灭绝了，即完全在这个世界消失了；这完全基于全能上帝照顾创造出的物种这一原则，我们应该赞同这种看法。

然而巨鹿不再生活在爱尔兰，莫利纽克斯不得不到处去寻找。当他看到旅行者有关美国麋角大小的报道后，他认为爱尔兰麋鹿一定就是美国麋；其中的报道显然经常有普遍夸大的倾向。因为他不能得到有关美国麋的数据，也不能见到有关的详细描述，所以按照现在知识的角度看，他的结论并不是很荒谬。莫利纽克斯将巨鹿在爱尔兰的消失归咎为“空气含有的一种病害”引起的“传染疾病”。

过了一个世纪，人们依然沿袭莫利纽克斯的思路，提出在现存物种中哪一种属于这种巨鹿？观点分成两派，一派主张是麋，另一派主张是驯鹿。

随着18世纪地质学家挖掘出的古代生命化石记录，人们越来越难以认为化石代表的不为人知的奇异生物依然生活在这个星球的遥远地方了。上帝的造物可能不止一次，创造出的也不是永久产物；或许他一直试验着，既创造又毁灭。如果真是这样，那么世界确实比圣经学者们承认的6000年更古老。

灭绝的问题是现代古生物学首先争论的重要问题。在美国，托马斯·杰弗逊（Thomas Jefferson）[①] 坚持旧的观点，而法国伟大的古生物学家乔治·居维叶则利用爱尔兰麋鹿证明灭绝确实发生过。到了1812年，居维叶已经解决了两个紧迫的问题：他通过详细的解剖描述，证明了爱尔兰麋鹿与现存的任何动物都不像。他结合了其他许多没有现存对应物的化石哺乳动物，确立了灭绝的事实，并且建立了地质时间尺度的基础。

---

① 托马斯·杰弗逊（1743—1826），美国第三任总统（1801—1809），《独立宣言》的主要起草人，对博物学有很深的造诣。——译注

一旦灭绝的事实已经明确，争论的问题便是事件的时间：尤其是爱尔兰麋鹿生存到了大洪水时期吗？这并不是一个无聊的问题，因为假如是那场大洪水或其他早先的灾难消灭了巨鹿，那么它的消失便有了自然的（或超自然的）原因。一位热情的业余爱好者蒙塞尔副主教（Archdeacon Maunsell）在1825年写道："按照我的理解，它们肯定是被大洪水毁灭的。"一个叫作麦卡洛克的博士（Dr. MacCulloch）甚至相信化石在发现时是站立的，鼻子朝上，是洪水上涨时的最后姿势，也是最后的恳求：不要再涨了。

然而，倘若大洪水后巨鹿依然存活，消灭它们的天使只能是裸猿（指人类）本身了。吉迪恩·曼特尔（Gideon Mantell）1851年写道，巨鹿的灭绝要怪凯尔特人的部落；1830年，希伯特提出是罗马人及其公众游戏中无度的杀戮导致了巨鹿的灭绝。并非像我们认为的那样，只是到了最近我们才认识到我们的毁灭潜力，希伯特早在1830年就写道："托马斯·莫利纽克斯爵士认为可能是某种瘟疫使爱尔兰麋鹿灭绝的……然而这值得怀疑，因为人类在消灭各地的野生动物种类方面，确实像传染病一样的可怕。"

1846年，英国最著名的古生物学家理查德·欧文爵士重新检查了有关的证据，并得出结论，在爱尔兰，巨鹿至少在人类到达那里之前就已经消失了，而在此之前，作为重要地质事件的挪亚洪水早就发生过了。那么是什么使巨鹿消失的呢？

查尔斯·达尔文1859年发表了《物种起源》，10年之内，几乎所有科学家都接受了进化是个事实。但是，直到20世纪40年代，关于进化的原因和机制的争议才以赞同达尔文的结果解决。达尔文的自然选择理论要求进化的变化是适应的，即这些变化对生物来说是有用的。因此，反达尔文的人便寻找含有不利（达尔文理论）动物的化石记录。

直生论成了反达尔文主义的古生物学家的试金石，因为这个理论提出进化的历程是直线的，自然选择本身不能调节。有一些趋势，一旦启动，便不能停止，即使最终导致灭绝。所以，据认为，一些牡蛎一直卷曲瓣膜，直至这种动物完全封闭在里面；剑齿"虎"无法停止牙的增

长，猛犸不能中止长牙的生长。

然而直生论最有名的例子就是爱尔兰麋鹿。这种巨鹿是由形态较小、角较小的鹿进化来的。虽然最初角是有用的，但是角的生长无法受到限制，像魔法师的学徒，巨鹿发现即使好事也要有节制。头骨因为紧赘重负而弯曲，碰到树，陷入泥潭，它们便死掉了。是什么消灭了爱尔兰麋鹿？是它们自己，或者是它们自己的角。

1925 年，美国古生物学家 R. S. 卢尔（R. S. Lull）援引巨鹿的例子攻击达尔文："自然选择不能解释超特异性，很显然，当一个器官由于选择达到完美状态后，却不能度过日常的危险情况生存下来……（如在）灭绝的爱尔兰鹿巨大枝状角中的情况。"

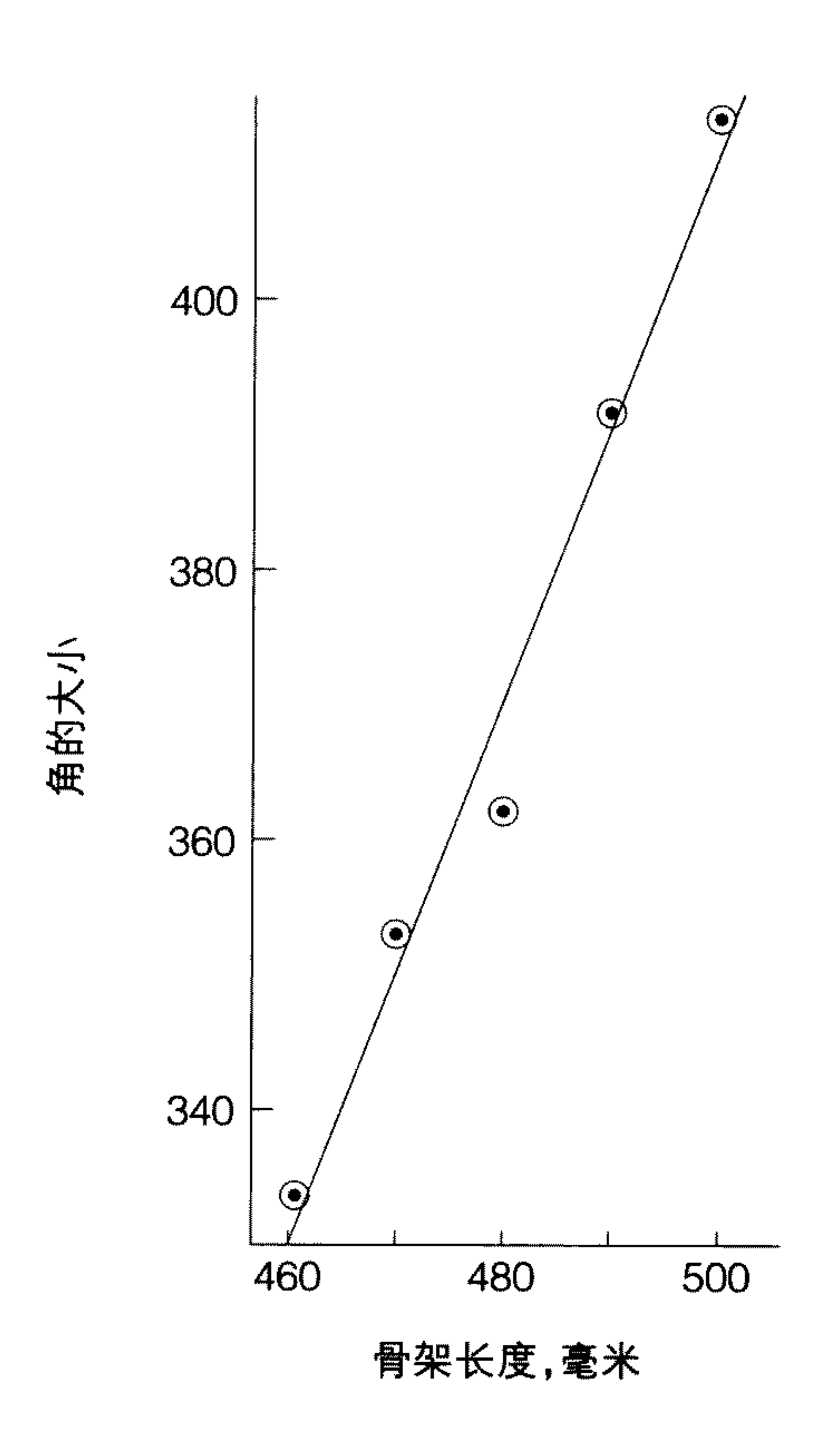
在朱利安·赫胥黎的率领下，达尔文主义者于 20 世纪 30 年代进行了反击。赫胥黎指出，随着鹿的长大，无论是它本身的长大，还是与体积不同的相关成体的相对长大，角的增长与身体的增长并不成比例。角增长得更快，这样，大型鹿的角不仅绝对的大，而且相对而言，也比小型鹿的角大。对于这种规则、有序、体积增大的形状变化，赫胥黎称作异速生长。

异速生长观点令人满意地解释了巨鹿的角。因为爱尔兰麋鹿是所有鹿中体积最大的，相对巨大的角显然是鹿中存在的异速生长关系中的一个简单的结果。我们只需要假设自然选择有利于增加体积，大的角可能就只是一种自动的结果了。角大对巨鹿本身可能是不利的，但这种不利会由于身体增大带来的益处极大地抵消掉，而且这种趋势又继续了下去。当然，当角大的问题抵消了身体大的优势，角的增长趋势便会停下来，因为自然选择不利于它。

现代的进化教科书几乎都是按照这种观点说明爱尔兰麋鹿的，并引用异速生长的解释来反对直生论。作为一名笃信的学生，我曾经认为这样不断的重复一定是根据丰富的资料的。后来我发现，教科书上的教条缺乏其他的支持，所以 3 年之后，当我发现这个传统的解释并没有根据什么资料，我便大失所望，但并没感到惊奇。除了少数漫无目的地试图发现最大类型角的人，甚至竟没有人测量过爱尔兰麋鹿。我手拿米尺，

决心改变这一状况。

位于都柏林的爱尔兰自然博物馆展出了17个标本，在附近的库房里还有成堆的鹿角。西欧和美国的多数大的博物馆都有爱尔兰麋鹿，英国和爱尔兰许多绅士战利品屋中都存有巨鹿。最大的鹿角放在阿德尔庄园通向邓雷文伯爵家的典雅的路上。最可怜的骨架则放在帮雷蒂城堡的地窖中，中世纪时许多愉快微醉的游人每天晚上宴饮后曾在这里啜着咖啡。一天上午，当我看到这个可怜的家伙时，它嘴上含着一支雪茄，掉了两颗牙齿，角的尖端上有3个咖啡杯。喜欢无聊比较的人听好了，美国收



图表显示爱尔兰麋鹿角的大小随着骨架的增加而增加。图上的每一个点代表骨架长度平均相差10毫米，实际统计的骨架为81具。鹿角的增加比骨架长度增加快2.5倍——一条斜度为1.0（与x轴的夹角为45°）大概可以表明同样按对数增加的速度。这样的斜度显然很高。

藏的最大的鹿角在耶鲁，世界上最小的巨鹿角在哈佛。

为了确认巨鹿的角是不是异速生长，我对鹿的角和身体进行了比较。对于鹿角，我综合测量了角的长度、宽度和主要角尖的长度。身体的长度，或者主要骨骼的长与宽，可能是身体大小最恰当的尺寸，但是我无法利用这些数据，因为许多标本只是一个头骨及相连的角。少数完整的骨架无疑是由若干动物骨骼，许多石膏，偶尔还有代用品组成的（在爱丁堡的第一个完整骨架中竟然有一个马的盆骨)。这样，颅骨的长度成了整体尺寸的衡量标准。鹿在很早的年龄，颅骨就长成最终的长度（我的所有标本都是成体的)，之后便不再改变，因此比较好地代表了身体的大小。我的标本包括来自爱尔兰、英国、欧洲大陆和美国的博物馆及私人家中的79具（实际统计的骨架为81具）颅骨和角。

我的测量表明，角的大小与身体的大小明显相关，角的增长，从小的雄性到大的雄性，要比身体的增长快2.5倍，这并不是单一个体生长的格式，而是不同大小成体中的一种关系。这样，异速生长假说便得到了证实。如果自然选择有利于大的鹿，那么相应大的角显然是相关的结果，而角本身不必有什么意义。

然而，虽然我证明了异速生长关系，我却开始怀疑传统的解释，因为其中含有奇怪的旧直生论观点的成分。传统的解释认为，角本身并不是适应的，由于身体增加的优势，才允许了大角的存在。但是为什么我们一定认为大角没有什么主要的功能呢？相反的解释也同样可能？选择主要作用于增加角的大小，产生出的身体增加不过是次级的结果。这种将角视作不适应无非由于主观上对于角的巨大的疑惑。

被长期抛弃的观点经常不断地以微妙的方式施展它的影响。直生论的观点就存在于原本要取代它的异速生长的观念中。我相信所谓角的“庞大”、“笨重”问题是一种错觉，这种错觉所根据的观点已经被现代的动物行为研究者抛弃了。

对于19世纪的达尔文主义者来说，自然选择是残忍的。进化的成功是从战斗中取胜并将敌人消灭的角度衡量的。按照这种看法，角被当作反击捕食者和雄性竞争者的有力武器。达尔文在《人类的由来》中，试

过另外一种观点：角可能是作为吸引雌性的装饰进化而来的。“那么，假如角像古代骑士荣耀的配物，增添了牡鹿和羚羊高傲的外表，它们很可能由于这个目的而部分地发生过变化。”然而他很快又补充说到，“没有证据支持这个观念”，并继续按照“斗争定律”来解释角，它们的优势就体现在“反复拼死的争斗”中。所有以前的学者都认为，爱尔兰麋鹿用角去刺杀狼，在激烈的争斗中驱逐雄性竞争者。据我了解，只有俄国古生物学家 L. S. 达维塔什维里（L. S. Davitashvili）对这种观点质疑过，他在 1961 年提出，角的功能主要用作雌性伙伴的标志。

然而，如果角是武器的话，直生论的观点便有了吸引力，因为我必须承认，90 磅宽掌的角，每年都重新生长，长度达 12 英尺，增长的速度比我们现在的军备预算还要快。所以，要坚持达尔文主义的解释，我们就必须援引本来形式的异速生长假说。

但是角的主要功能不是武器又是什么呢？现代的动物行为研究者提出了一种对于进化生物学来说极为重要并且令人激动的概念：原先认为作为日常武器或向雌性展示的许多结构，仅仅是雄性仪式竞赛中的装置。这些竞赛的功能是通过在雄性中确立容易识别及服从的统治等级，以避免日常的争斗（结果可能是受伤或死亡）。

角也是用于仪式性行为中的一个主要的结构样板。按照瓦莱留斯·盖斯特（Valerius Geist）的观点，角是“看得见的统治等级的符号”。角大说明地位高，可以获得雌性。因为保证生殖成功大概是最大的进化优势了，所以对于大角的选择压力必定经常很大。随着对自然环境状态下有角动物观察的增加，没有身体接触的仪式中展示，或为了防止身体伤害的争强的观点，代替了旧的殊死搏斗的观点。贝尼德和达灵在红鹿中，科尔萨尔在美洲驯鹿中，以及盖斯特在山羊中都观察到这种情况。

用作在雄性展示中的装置，这样人们终于认识到爱尔兰麋鹿的巨大角是一种适应的结构。而且，正如伯明翰大学的 R. 库普（R. Coope）向我指出的那样，从这种角度，这些角的详细形态学第一次可以得到解释了。具有宽掌角的鹿，有利于在展示中完全表现角的宽度，现存的黇鹿（许多人认为是爱尔兰麋鹿活着的最近亲戚）必须从一边向另一边转

动头，以表现角的宽掌。这对于巨鹿来说可能会带来巨大的问题，因为转动90磅的角产生的扭力会很大。但是爱尔兰麋鹿角的样式使它头直立时就可以充分展示宽掌。通过设想角是用于展示而不是用于搏斗，便可以解释巨鹿角罕见的外形和巨大的形状。

如果角是适应的，那么为什么爱尔兰麋鹿（至少在爱尔兰）灭绝了？我想这个问题的答案恐怕很普通。巨鹿在爱尔兰繁荣的时间很短，是在冰河期末期的所谓阿累鲁间冰段时期，这是两个最冷冰期之间的短暂温暖期，延续了1000年，从12000年前到11000年前。（在前一个冰期，爱尔兰与欧洲大陆在低海平面连接起来，爱尔兰麋鹿便迁徙爱尔兰。）虽然在阿累鲁期，爱尔兰麋鹿很好地适应了草木繁茂的广阔原野，但显然既不能适应伴随下一个寒冷期而来的亚北极冰土地带，也不能适应随冰面退去而发展起来的茂密森林。

灭绝是绝大多数物种的归宿，通常是由于物种不能足够迅速地适应气候条件或竞争条件的变化。达尔文式进化确定，动物应该不会主动发展出有害的结构，但这种进化并不保证有用的结构在改变的环境中继续适应。爱尔兰麋鹿大概就是自己以前成功的牺牲品。富贵如浮云。

10. 生物的智慧，或为什么一种飞虫在母体内蚕食母亲

自从人类按照自己的想象创造了上帝以来，特创的教义从来都是凭着我们直觉理解去解释适应。当我们看到母狮捕食、马的飞奔或河马在泥中玩耍时，我们怎么能怀疑动物是为其预定的角色完善设计出的呢？倘若令人赞叹的设计明显地存在于所有的生物中，自然选择理论就不可能取代神创的观念。查尔斯·达尔文理解这一点，他侧重于完美智慧建造的世界中的那些不完善的特征上。例如，为什么一个敏慧的设计者在澳大利亚创造了一些有袋类，来充当在其他大陆由胎盘类扮演的角色？达尔文甚至写了一部书来论述兰花。他提出那种进化成确保昆虫可以授粉的结构，是其祖先用于其他目的杂乱结构。兰花是鲁伯·戈德堡(Rube Goldberg)[①] 机器，一位出色的工程师应该做得更好。

这个原则到今天仍然正确。最能说明是进化导致的适应，是那些特异和奇特震撼我们直觉的适应。科学并不是“组织了的常识”，科学最激动人心之处，就在于它提出强有力的理论反对我们称作直觉的旧的人类中心偏见，从而重新表达了对世界的看法。

看一下瘿蚊的例子。如果我们不恰当地运用我们自己的社会准则去同情瘿蚊，我们就会发现这种小飞虫的生活行为方式可能会唤起我们痛苦和厌恶的情感。

瘿蚊有两种生活途径，它可以按其中的一种成长和发育。在某种情况下，瘿蚊从卵中孵出，经历正常的蛹和蛹蜕阶段，出落为普通的有性生殖飞虫。但是在其他情况下，瘿蚊不经过雄性的受精，由雌性通过孤雌生殖生出后代。孤雌生殖在动物中比较常见，但瘿蚊的孤雌生殖则很

① 鲁伯·戈德堡（1883—1970），美国连环漫画家。他的画的内容过于强调技术的作用，他的名字成了“庸人自扰”的同义语。“鲁伯·戈德堡机器”意指设计糟糕的机器。——译注

有趣。首先，瘿蚊孤雌生殖生出的雌性在很早阶段就停止了发育。它们绝不能成为正常的成体飞虫，但是却在幼虫期和蛹期进行生殖。其次，这样的雌性并不产卵。后代在母亲的体内发育，母体不向幼虫提供营养，幼虫也不包在起保护作用的生殖腔中，而是在母体的组织中，最终竟塞满了整个母体。为了生长，幼虫从母亲体内蚕食母体，几天之后，幼虫出生了，留下的却是它们唯一亲体的一个遗骸，一个几丁质的外壳。而不到两天，这些幼虫自己发育的后代又开始蚕食它们。

一种不相关的甲虫，复变甲虫（*Micromlthus debilis*），也进化出具有可怕变异的几乎相同的系统。一些孤雌生殖的雌性甲虫生出的后代只有雄性。这些幼虫附在母体的表皮大约四五天，然后将头插进母亲的生殖器中，并蚕食了母亲。女性因至爱而亡。

为什么进化出这样一种特殊的生殖方式？不仅按照我们看问题的不相关标准，就是在昆虫中这种方式也不常见。这样一种与我们直觉上认为设计是善的迥然不同的生活方式有什么适应的意义呢？

为了回答这一问题，我先是用一下进化研究中常见的论证模式：比较的方法。〔当路易斯·阿加西（Louis Agassiz）在给了这幢我在其中工作的大楼一个使到哈佛来的几代观光者都迷惑不解的名字——比较动物学博物馆时，他的行为还不是反复无常的。〕我们必须找到遗传上相似、但适应不同生活方式的对象进行比较。幸运的是，瘿蚊复杂的生命周期为我们提供了一个关键的例子。我们并不对无性的幼虫期母体瘿蚊与亲缘不同及遗传相似的物种进行比较，我们可以用无性幼虫期母体瘿蚊与遗传相同、形态不同、正常的有性瘿蚊进行比较。那么，孤雌生殖的瘿蚊与正常形态的生态差异是什么呢？

瘿蚊寄居在真菌中，通常是蘑菇中，并以蘑菇为食。正常能动的瘿蚊是发现者：由它发现新的蘑菇。生居在食源丰富地方的瘿蚊后代还是幼虫和蛹时就开始了无性生殖，并成为该物种中不能飞行的喂食类型（一个蘑菇可以供养上百只这种小飞虫）。我们知道，只要食物丰富，瘿蚊的孤雌生殖就可以继续下去。一位研究者通过提供足够的食物和生活空间，连续产生出250代瘿蚊幼虫。然而在自然中，一个蘑菇最终是要

被食尽的。

H. 乌尔里克（H. Ulrich）及其合作者研究了 *Mycophila speyeri*（一种瘿蚊）在食物减少情况中的变化次序。当食物充足时，孤雌生殖的母亲大约四五天生出一代雌性后代。随着食物的减少，发育出雄性后代及兼有雄性和雌性的后代。假如雌性幼虫不能得到充分的食物，就变成正常的飞虫。

这些相关性的适应基础不太清晰。不能飞行的孤雌生殖的雌性留在蘑菇中，并以蘑菇为食。当食源耗尽，瘿蚊便产生出有翅的后代去寻找新的蘑菇。但这只涉及我们难题的表面，并没有涉及我们问题的中心：作为幼虫或蛹，为什么生殖得这样快？以及为什么母体为了后代要做出超常牺牲的自我毁灭？

我相信，解决这一难题的出路在于对“这样快”这句话的认识。传统的进化理论侧重于根据形态学而形成关于适应的解释。在这个例子中，保持动体形态的蘑菇喂食者生殖出雌性有什么优势呢？传统的理论并没有找到答案，因为它提出的问题就是错的。在过去的 15 年，理论群体生态学的兴起使适应的研究发生改变。进化论者已经知道，生物的适应不仅是通过改变大小和形状，而且还通过调节生命的时间和对不同活动（例如食、生长和生殖）中的能量投入。这些调节叫作“生命史策略”。

生物进化出不同的生命史策略，以适应不同的环境类型。在将生命史策略与环境联系的理论中，由 R. H. 麦克阿瑟和 E. O. 威尔逊于 20 世纪 60 年代提出的 r—选择和 k—选择理论，确实是成功的理论。

按照教科书和流行书籍的说法，进化是形态必然改善的过程：动物通过对更佳适应形态的不断选择，面对生活的环境精确地“调整好”。但是有些环境种类并不唤起这样的进化回应。倘若一个物种生活在无规则的突然间死亡很大的环境中（例如，干涸的池塘，或受风暴肆虐的浅海）。或者倘若在曾经是食源丰足的地区食源突然难以为继，或很难找到。生物不可能在这样的环境中调整好自己，因为不存在可供调整的足够稳定的环境。在这种情况下，更好的出路是将尽可能多的能量投入到生殖中，尽快生出尽可能多的后代，这样，有一些后代会生存过剧变期。

当面对食源瞬时短缺时，生殖不啻为最后的赌注，因为这样的环境状况不会延续太久，有一些后代一定能活着找到新的食源。

我们将导致最大限度进行生殖并且是以精确调节形态作为代价的进化压力叫作 r—选择，这样适应的生物是 r—策略者（在一组基本的生态学等式中，传统上用 r 作为“群体大小增加固有速度”量）。生活在稳定环境中的物种，群体的大小接近环境可供养的最大量，生出一群调整差的后代会一无所获。更好的方式是生出量少但善于调整的后代，这样的物种是 k—策略者（在同一组生存学公式中，k 是环境“携带能力”的量）。

孤雌生殖的幼体瘿蚊生活在典型的 r—环境中。蘑菇数量不多，相距又远，然而一旦被这种小飞虫发现，食源就丰富了。假如瘿蚊利用新发现的蘑菇尽可能快地建立新的群体，它们便能获得一种选择优势。然而，什么是迅速建立新群体的最有效方式？这个一般性的问题已经引发数学生态学家撰写了大量的文献。在多数情况中，迅速增加的关键是**早**生殖。通常第一次生殖的年龄提前 10%，生殖力增加 100%。

我们终于可以理解瘿蚊特殊的生殖生物学了：它们只不过进化出生殖很早和世代时间极短的一些明显的适应。这样做，它们在食物暂时丰裕的 r—环境中成为合格的 r—策略者。所以瘿蚊在幼虫期就生殖，并且差不多是孵化后不久，它们的体内便生长出下一代。例如在 ***Mycophila speyeri*** 中，孤雌生殖的 r—策略者只经过一次脱皮，还是真正的幼虫时，便生殖了，并且在 5 天内产生出 38 个后代，而正常的有性成体瘿蚊的发育需要两周。幼虫生殖维持了增加群体大小的惊人能力。当到达一个肥大的蘑菇后的 5 周内，这种瘿蚊就可达到每平方英尺 20000 只可生殖幼虫的密度。

我们可以再次利用比较的方法，确认这种解释是合理的。有些寄居在类似环境中的其他昆虫像瘿蚊一样。例如以叶液为食的蚜虫，一片叶子之于这些小昆虫，如同一个蘑菇之于瘿蚊——短暂丰富的食源很快就转化为尽可能多的蚜虫。多数蚜虫有两种孤雌生殖形态，无翅的和有翅的（它们还有一种越冬的有性形态，这里我们不考虑）。正如你可能已

经猜到的，无翅的类型是不能飞行的喂食者。它虽然已经不是一个幼虫，却保留了许多幼体的形态特征。它还保持了明显的早期生殖能力。在出生之前，胚胎发育实际上是在母体中开始的，两个以后的世代可能在一个“祖母”体内重叠在一起。（然而，蚜虫并不被后代蚕食。）它们迅速增加群体大小的能力颇具传奇性。假如一只蚜虫的后代都能活到生殖期，一个甜菜蚜（*Aphis fdbae*）一年可以产生5240亿个后代。随着叶子食尽，有翅的蚜虫缓慢发育成了。它们飞到另一片新叶子上。在那里，它们的后代多为无翅的类型，又开始了迅速的世代循环。

最初显得特殊的现象，现代显得极为合理。这可能就是对于一定环境的最适宜策略。由于我们对瘿蚊生物学的许多方面还不清楚，所以还有许多事情没有谈到。但是我们可以发现完全不相关的生物，复变甲虫（*Micromalthus debilis*），表现出奇妙的向同样策略的趋同。这种甲虫寄生在潮湿腐烂的木头中。当木头干化，这种甲虫发育出一种有性形态去寻找新的资源。这种寄居在木头中、喂食形态的甲虫已经进化出一套适应系统，重复着瘿蚊的特征，只不过更加复杂和细微。它也是孤雌生殖，它也在幼体阶段生殖，幼体也在母体内发育，最终也蚕食了母体。母亲也产生出3种类型的后代：食物充足时是雌性，食物减少时是单一的雄性或雌雄兼有。

我们人类发育迟缓（见文章7），孕期长，胎仔数少，是完全的k—策略者，而且还不正视其他生物的策略，但是，在瘿蚊的r—选择的世界里，它们确实做得正确。

11. 论竹、蝉与亚当·斯密的经济学

大自然的作为超过了人类最神奇的传说。睡美人等她的情人等了100年。贝特尔海姆（B. Bettelheim）认为，睡美人手指刺破象征她第一次月经流血，她的长眠象征尚未性成熟少女的缺乏生机。因为最初的说法是一位国王使睡美人受了孕，而不是一个王子仅仅吻了她，所以我们可以把她的苏醒解释为性成熟的开始〔见B. 贝特尔海姆《妖法的用途》（*The Use of Enchantment*），A. 诺夫出版社，1976，225～236页〕。

有一种竹子，名字很吓人，叫刚竹（*Phyllostachys bambusoides*），在中国自公元999年开了一次花后，它一直是非常规则地120年开一次花并结种。无论什么地方种植的刚竹，都遵循这个周期。在20世纪60年代，日本种（12个世纪前从中国移植的）在日本、英国、阿拉巴马和俄国同时开花。与睡美人的类比并不牵强，因为这些竹子在有性生殖之后也是上百年的独身。但是刚竹在两个重要的方面与格林兄弟的童话不同。这种植物在120年的不眠夜中并不是没有生机的，因为它们是植物，可以通过地下根生出新的笋芽来进行无性生殖。而且它们后来并不幸福，因为它们生出种子后便死了，长期等待的只是短暂的结局。

宾夕法尼亚大学的生态学家丹尼尔·H. 詹曾（Daniel H. Janzen）在最近的一篇文章《为什么竹子等了这么久才开花》〔《生态学与系统学年鉴》（*Annual Review of Ecology and Systematics*），1976〕中重新讲述了刚竹的奇妙故事。多数物种的竹子在两个开花期之间的营养期生长时间都很短，但都具有同时结种的规则，而且开花期短于15年的物种很少（有的竹子的开花期间隔超过150年，但历史记录极不完备，从中很难得出可靠的结论）。

任何物种的开花一定是内在的遗传钟决定的，而且不受外界环境的影响。重复的精确规则性又是这种观点最好的证据，因为我们还不知有

哪种环境因素循环的如此规则，以致产生出上百个物种共同遵守的各种时钟。其次，正如上面提到的那样，即使移到离原产地达半个世界那么远的地方，同一种植物也是同时开花。最后，即使生活在不同的环境中，同一种植物还是同时开花。詹曾提到，缅甸竹只有半英尺高，并且由于丛林火灾反复受损，但依然与未受损的高达40英尺的同类同时开花。

如何计算竹子过去的岁月，詹曾认为不能用存有的食物贮备来衡量，因为贫瘠矮小的竹子与健康的大型竹子开花的时间一样。他猜想竹子的日历"一定是对温度不敏感的光感化学年或日的积累与衰减"。但他没有找到猜想光周期是日间的（昼与夜）还是年间的（季节性的）基础。詹曾利用与光有关的时钟作为间接证据，指出赤道两边5个纬度内地区的竹子生长并没有准确的周期性，因为在这一地区日间和季节间的差异都很小。

竹子的开花使人们回想起我们多数人都熟悉的另一个定期性极强的故事，定期性的蝉，或17岁"地蝗"①（蝉不是蝗，蝉是半翅目中体型较大的成员，这个目中的昆虫都很小，包括蚜虫及其亲属，而蝗与蟋蟀和蚂蚱一样，属于直翅目）。定期性蝉的故事比多数人了解的更神奇。定期性蝉的蛹在地下生活17年，在美国东部蝉蛹靠吸吮森林树根的汁液生存（在南部地区不一样，那里的类似种类或相同的类群每13年才出土）。然后，几周之内，上百万成熟的蝉从地下爬出来，变成了成体，交配，产卵，然后死去〔M. 劳埃德（M. Lloyd）和H. S. 戴巴斯（H. S. Dybas）在1966年的《进化》(*Evohvtion*）杂志上和1974年的《生态学专论》（*Ecological Monogkaphs*）杂志上发表的一系列文章，是按照进化的观点对这个问题的最出色论述〕。最引人注意的事实是，不是一种定期性蝉，而是3个不同的种精确地遵守同一时间表，严格同步地出土。不同的区域可能有些差别，在芝加哥的种群与在新英格兰的种群并不同时出土，但是每一"类"17年同期的蝉（美国南方是13年）则一样——在同一地区3种蝉总是同时出土。詹曾认识到蝉与竹虽然有着生物学上和地理上的差别，却反映出同一个进化问题。他写道，最近的研究表明，"除了在计算年的

① "地蝗"是美国人对蝉的俗称，如同我国人将蝉又叫"知了"。——译注

方式上，这些昆虫与竹子没有明显本质的区别”。

作为进化论者，我们探讨“为什么”问题的答案。特别是为什么进化出这样令人惊讶的同时性？以及为什么这种有性生殖的间隔期这么长？正如我在论述一些飞虫的弑母行为（文章 10）时提出的，当我们要想满意地解释那些直觉看来特异和奇特的现象时，自然选择理论是最有力的支持。

在这个案例中，我们面对的问题不止是这种浪费（因为很少的种子可以在如此拥挤的土地中发芽）的表面特异性。开花与出土的同时性似乎反映出的不仅是个体而且更是作为整个物种的有序与和谐。然而达尔文的理论并不倡导其他更高的原则，只是个体追求自身利益，那个体自己的基因在后代中的份额。我们必须探讨同时性对个体的蝉或竹来说有什么优势。

亚当·斯密在倡导以自由竞争、不受约束的政策作为通向和谐经济最有保障的途径时，也遇到类似的问题。斯密提出，理想的经济，应该表现出秩序和较好的平衡，但这是通过那些只追求自身利益的个人之间的相互作用而“自然地”表现出来的。斯密在其著名的警句中指出，通向更加和谐的明显途径，只是一只“看不见的手”作用的反映：

> 作为每一个人……以尽可能产生最大价值的方式从事（他的）产业，旨在使自己获利，他是这样，其他许多人也是这样，于是，在看不见的手的指导下，促成一种并非他本意的结局……他通过追求自己的利益，从而不断地比他真心打算的那样更有效地促进了社会。

由于达尔文是将亚当·斯密的观点移植到自然界中建立了自然选择理论，所以我们必须探讨解释这种有利于个体优势中的明显和谐。然而，蝉或竹有性接触稀少，而且是与所有同伴同时有性生活的，这样，作为个体获得了什么？

为了认清最可能的解释，我们必须认识到人类生物学经常提供贫乏

的模式说明其他生物的斗争。人类是生长缓慢的动物。我们把大量的能量投入到培育数目稀少、成熟缓慢的后代上。我们的群体不受个体大批死亡的控制。然而其他生物在“生存斗争”中却遵循着不同的策略：它们生出大量的种子或卵，希望（姑且这样说）少数个体能够度过早期生活的严酷。这些生物常受到捕食者的制约，它们进化出的抵御策略肯定是减少被吃掉的机会。蝉和竹的种子显然是许多生物的美味佳肴。

自然史在很大程度上就是以不同的适应逃避捕食的故事。有些生物躲藏起来，有些味道不佳，有些长出刺或坚硬的外壳，还有一些进化得看起来很像有毒的亲戚，诸如此类，无奇不有，都是由于自然界的缤纷。竹和蝉遵循一种罕见的策略：它们太显眼，太容易得到，但是不常出现，而且数量多得使捕食者无法吃尽。进化生物学家将这种防御叫作“捕食者满足”。

一种有效的捕食者满足策略包括两种适应。首先出现或生殖的同时性必须非常精确，从而保证市场的充裕，而且时间很短。其次，这样的充裕并不常见，使得捕食者无法将生命周期调整得与预期的食源充裕相符。假如竹子每年都开花，那么食它种子的动物就可追踪到这个周期，并在每年食物丰盛时产下大量的幼仔。但是假如竹子开花期的间隔长得超过任何捕食者的生命周期，那么这个开花周期便无法追踪（除了一种特殊的灵长类可以在自己的历史中记载）。个体竹子和蝉的同时性优势显而易见：任何步调不一致者会很快被吃掉（蝉中的“迷途者”偶尔不是按时出土，但它们绝没有立足点）。

捕食者满足假说，虽然没有被证实，却是成功解释的一个主要标准：它使一些不太相关的观察协调了起来，而且在这个案例中尤其如此。例如，我们知道，许多动物，包括许多生命周期长的脊椎动物都爱吃竹子的种子，这样便好理解了为什么开花期为 15 年或 20 年的竹子很少。我们还知道同时产出的种子可以占满一定的区域。据詹曾记载，在一个地区亲本植物下面的种子竟达 6 英寸厚，在开花期，两种马达加斯加竹子在 10 万公顷地区里，每公顷种子达 50 公斤。

三种蝉的同时性尤其令人难忘——特别是因为地区不同，蝉的出土

年份也不同，但在同一地区三种蝉却一直同时出土。但我对周期性定时本身有很深的印象。为什么有 13 岁和 17 岁的蝉，而没有 12、14、15、16 或 18 年的周期。13 年和 17 年具有共同性，它们超过任何捕食者的生命周期，但它们还是素数（不能被任何小于它们的整数整除）。许多潜在捕食者的生命周期 2~5 年。这样一个周期不可能大量获取定期性的蝉（因为望年常是蝉不出土的年份），但周期重合便可以捕到大量的蝉。假如一个捕食者的周期为 5 年，捕食者便可以赶上每一次蝉的丰盛。经过大的素数循环，蝉降低了周期的重合（在这种情况下，每一次重合为5 × 17 年，或 85 年）。13 年或 17 年的周期很难被短命的动物追踪到。

按照达尔文的看法，绝大多数动物靠斗争才能生存。生存的武器不一定是尖牙利爪，生殖的模式也可以，偶尔的丰盛也是通往成功的一个途径。有时候孤注一掷是一种优势，但是要确保量的充足，而且不能经常这样做。

12. 完美问题，或一个蚌为什么能在后端负着一条鱼

1802 年，佩里副主教（Archdeacon Paley）通过列举生物对指定角色的出色适应，表达了对上帝的赞美。脊椎动物眼睛的机械性完美引发了关于上帝仁慈的热烈讨论；一些昆虫与人畜粪便奇妙的相似也引起人们对上帝的赞叹。上帝一定保护他的所有创造物，无论巨大的还是渺小的。进化论最终阐明了副主教所说的杰出设计，但他的自然神学却苟延了下来。

现在的进化论者进行同样的比赛，使用同样的队员，但规则变了。我们现在怀着同样的惊奇和赞叹获悉，自然选择是杰出设计的动因。身为达尔文的知识继承者，我并不怀疑这样的归因。但是我还有其他的根据来相信自然选择的力量：正如达尔文所称，并不是依据“极为完美和复杂的器官”得出的自然选择理论。事实上，达尔文确实看到杰出设计是他们的理论要面对的一个问题，他写道：

> 设想具有无可比拟的构造、调节不同距离的焦距、接受不同程度的光亮、球面像差和色差精确的眼睛可能是自然选择形成的，我承认，这显得很荒谬。

在文章 10 中，我用瘿蚊说明了与适应相反的问题那些看起来毫无意义的结构和行为。但是用“极为完美的器官”并没有清楚地表达器官的价值，困难在于如何解释完美器官的形成。在达尔文的理论中，复杂的适应并非一蹴而就，因为当更适应的生物突然出现时，自然选择要做纯毁灭性的工作，淘汰不适应的生物。在达尔文的体系中，自然选择具有建设性的作用，它经过一系列中间阶段，将（显得是最终产物组成部分

的）连续的新颖成分结合在一起，逐渐建立起适应。但是怎样建立一系列合理的中间类型？作为眼睛先驱物的最初微小阶段的价值是什么？模仿粪便的昆虫是受到很好的保护，但从别的角度看有可能只有5%像粪便吗？达尔文的批评者将这个疑难称作确定“有用结构最初阶段”的适应值问题。达尔文试图通过找到中间阶段并确定各阶段的统一来予以反驳：

> 理性告诉我，如果能表明存在着从简单不完美眼睛到复杂完美眼睛的大量中间阶段，而且每个阶段对拥有者来说都是有用的——那么相信经过自然选择可以形成完美复杂眼睛的困难——虽然按我



位于 Lampsilis ventrlcosa 顶上的一条带有眼点和尾的“鱼”。当一条鱼接近时，这个蚌释放出幼体；有一些幼体进入鱼口，并且在鱼鳃找到合适的地方，在那里它们发育成熟。（约翰·H. 威尔施）

们的想象难以克服，将不再被认为是对这个理论的颠覆了。

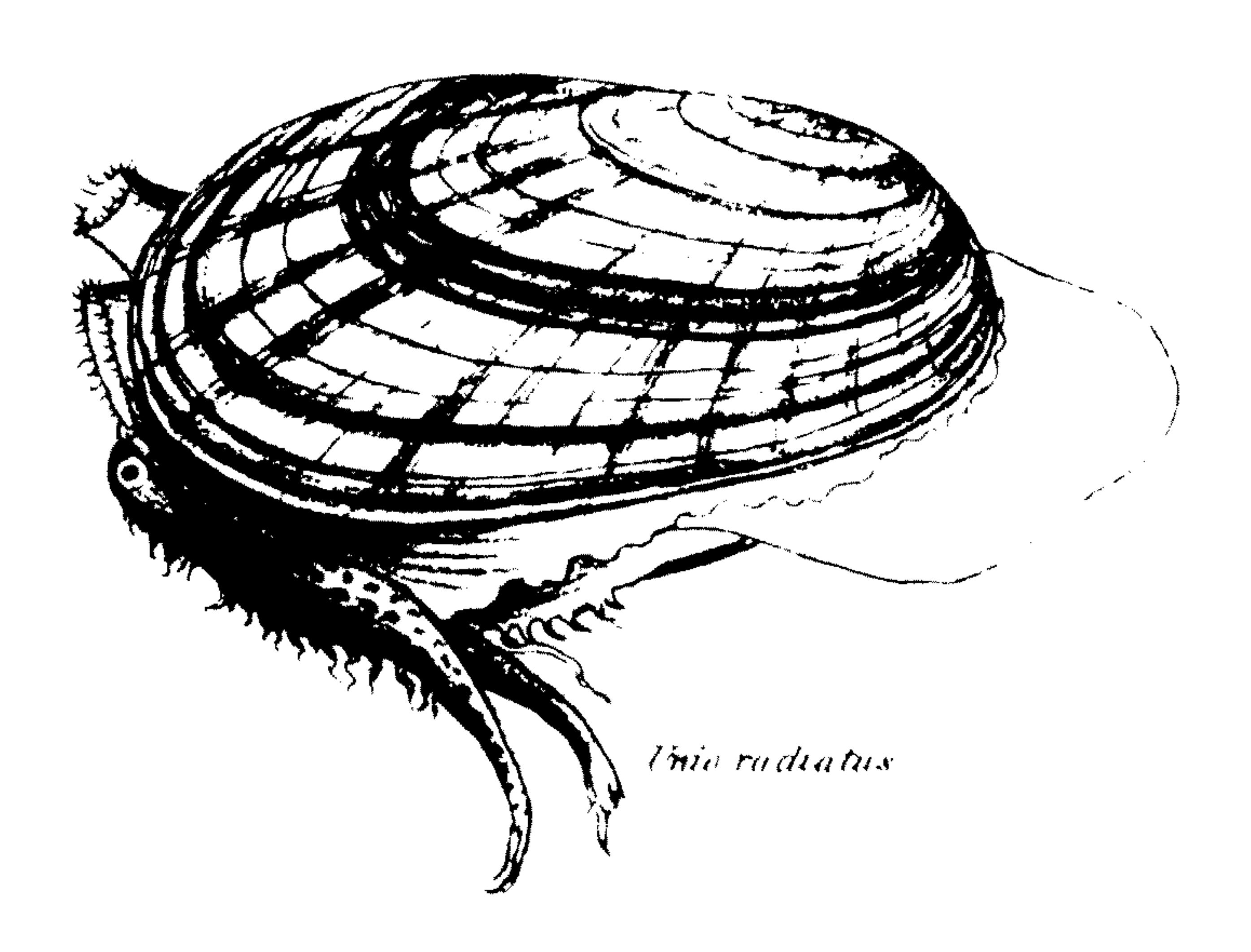
这一争论依然激烈，极为完美的器官依然是现代特创论者手中的重武器。

每一位博物学家都有他喜欢的令人敬畏的适应例子。我喜欢的例子是在一些淡水蚌（*Lampsilis*）上发现的“鱼”。像多数蚌一样，这些蚌部分生活在水底，后端露出。位于露出部分的顶端结构谁看都像是一条小鱼。它有一个流线型身体，惟妙惟肖的边瓣，后面有尾，前面有眼点。而且，信不信，边瓣的波动是酷似游动的一种有节奏运动。

多数蚌把卵排在周围的水域，卵在那里受精并进行胚胎发育。但是雌性珠蚌（淡水蚌的技术名称）将卵保留在身体内，在那里雄性释放到水中的精子使卵受精。受精卵在蚌鳃的管中发育，从而形成一个孵化袋，即一个育儿袋。

在珠蚌中，怀孕雌性的膨大并延长的育儿袋形成代用品鱼的“身体”。包着这个鱼的是两边对称的套膜，套膜是包裹蚌整个软体部分的“皮肤”，通常只延展到蚌壳边缘。延长的套膜从细微结构和颜色上看都像鱼，还确实在一端有摆动的尾，另一端有眼点。位于套膜边缘里面的一个神经节刺激“鱼”瓣。随着瓣有节奏的运动，从尾部开始的一种搏动，缓慢地向前传动，使得身体上整个瓣都突凸出来。这种由育儿袋和套膜形成的复杂装置，不仅看起来像一条鱼，而且活动起来也像鱼。

为什么一个蚌的后端负着一条鱼，从这种蚌罕见的生殖生物学中可以找出答案。珠蚌的幼虫在早期生长中若没有自由游动过来的鱼就不能完成发育。多数珠蚌的幼虫有两个小钩，当它们从母体的育儿袋中释放出来后，落到水流的底部，等待游过的鱼。但是 *Lamipsilis* 的幼虫没有这种小钩，不能主动吸附。为了生存，它们必须进入鱼的口中，运动到鱼鳃中有利的一边。这种蚌的代用鱼是一种能动的诱物，形态和活动像这种蚌的幼虫必须要吸附的鱼。当一条鱼靠近后，这种蚌从育儿袋中释放出幼虫，有些幼虫被这条鱼吞掉，从而使幼虫找到通往鱼鳃的途径。



艾萨克·李（Isaac Lea）在1838年发表了这幅代用“鱼”的图。感谢约翰·H.威尔施送给我这幅图。

一种相关的属，*Cyprogenia* 的计谋更重视吸引宿主的重要性。这些蚌利用后来艾萨克·沃尔顿（Izaak Walton）[①] 的门徒重又发明的方式“钓鱼”。*Cyprogenia* 的幼虫吸附在由母体中蛋白质形成的一种鲜红色“蠕虫”上，这些“蠕虫”由吸管挤出。有些观察者报道过鱼是如何发现和吃掉这些“蠕虫”的，在通常情况下，当“蠕虫”从母体的吸管挤出时，鱼便咬住了它。

我们无法再怀疑诱物“鱼”的适应意义了，但是它们是怎么进化来的？育儿袋和套膜瓣怎么就构成它们的计谋？我们的直觉可能更倾向认为这是幸运的偶然或预定的方向，而不是自然选择经过一些中间形态逐渐建构成的，至少在初级阶段不可能看起来像一条鱼。*Lampsilis* 复杂的“鱼”是说明达尔文深刻难题的一个经典例证。我们能设想出这些有用结构最初阶段的进化意义吗？

现代进化论者提出了解决这个难题的一般原则，这个原则中含的概

① 艾萨克·沃尔顿（1593—1683），英国传记作家。他的代表作是《钓客清谈》（中文版，海南出版社，2006），这是一部描写钓鱼的快乐与技巧的古典田园诗。——译注

念有一个不幸的名字，叫“预适应”。（我说不幸是因为这个词的意思是物种在进化史中提前适应了即将发生的事件，因此明确相反的含义已经含在其中了。）一个科学假说的成功常有出其不意的成分在其中。问题的解决通常由于重新仔细地构想问题，而不是按照旧框架勤奋地收集新的信息。利用预适应原则，我们通过接受标准的反对意见，去掉了初级阶段功能的难题，并且承认中间形态的作用与后来形态的作用不一样。我们通过提出最初的结构并不是用于视觉，从而避开了那个著名的问题：5%的眼睛有什么用？

援引一个标准的例子，最初的鱼没有颌。颌这种包括若干互相连接骨骼的复杂结构是怎样侥幸进化来的？甚至“侥幸”产生出红鲱。这些骨头存在于鱼的祖先中，但用途不同，是用来支持口后部的鳃弓。它们的构造很适合呼吸作用，选择出来的这些骨头就是用于这个目的，并且不“知道”以后的任何功能。事后再看，这些骨头令人惊奇地预适应地成为颌。这种复杂的构造已经形成，但它是用来呼吸的，而不是用来吃东西的。

还有一个类似的例子，鱼的鳍怎么能成为陆上用的肢？多数鱼的鳍由纤细的鳍刺构成，无法支持陆地上动物的重量。但是有一个特殊的淡水鳍鱼类，一种底栖的鱼，即我们的祖先，进化出具有强有力的中轴及少量放射突起的鳍。这种鳍极好地预适应地成为陆上用的肢，但它纯粹是出于水中使用的目的进化出来的，可能是利用中轴支撑水底来快速转动，从而可以沿水底急行。

简而言之，预适应原则就是认为无需极大改变形态就可以极大改变功能。我们可以认为，中间形态的建立是由于新的功能发展时旧的功能依然保留着。

预适应原则能帮助我们理解 *Lampsilis* 怎样有个小鱼吗？如果我们能找到两个条件是可以的：（1）我们必须找到一种中间形态，其中“鱼”的至少某些部分是用于其他目的；（2）我们必须确定“鱼”的前身并非有视觉上诱饵的功能，“鱼”是逐渐与真的鱼奇妙相似的。

Lampsilis 的表亲 *Ligumia nasuta* 看起来符合第一个条件。这个物种怀

孕的雌性并没有套膜瓣，但它有黑色片段的缎带状膜将部分张开的壳连接起来。*Ligumia* 利用这些膜产生出一种不寻常的有节奏运动。在壳的中间部分，缎带状膜向两边分开，形成几毫米的缝隙。通过这个缝隙，内部柔软的白色部分，透过缎带状膜的黑色片段伸了出来。这个小白点好像向着壳背运动，如同沿着膜传动的不同波动。这些波动大约每两秒钟重复一次；J. H. 韦尔什（J. H. Welsh）在 1969 年 5 月号的《自然史》杂志（*Natural History*）中写道：

> 这种节奏一直很规则，对于一位人类观察者看来，以及或许对于一条鱼看来，这里引人注目的特征，是衬着蚌及蚌半埋其中的水底黑色背景，白点显眼的运动。对于宿主鱼来说，这当然是一个诱饵。而且可能代表了一种特异的适应，由此进化出精致的似鱼的诱饵。

我们还是面对着引诱鱼的装置，但是机制是抽象的，引诱鱼的是规则的运动，而不是视觉上的模仿物。假如瓣正在发展中，正在越来越像鱼时，这种装置就起作用了，那么就不存在初级阶段的问题。套膜的运动从一开始就引诱了鱼，一种“其他技术”的缓慢发展不过加强了这一过程而已。

Lampsilis 本身符合第二个条件。虽然没有人可以否认视觉上类似诱饵的意义，然而著名的 *Lampsilis* 研究者 L. R. 克莱默（L. R. Kraemer）却怀疑一般假设中所认为的身体“瓣的摆动”只是模仿一条鱼的运动。她相信进化出瓣的摆动可能是为育儿袋中的幼虫充气，或者为了幼体释放后可以悬浮在水中。假如瓣的摆动从一开始就有别的优点，那么瓣侥幸类似鱼可能是一种预适应。在这些瓣行使其他重要功能时，自然选择可以改善它最初不完备的模仿。

从常识中很难导出科学的见解，因为常识主要代表了文化上的偏见，而不是赤裸的皇帝面前一个小男孩的纯朴和诚实。批评达尔文的人根据常识提出，形态上的逐渐改变必定表现出功能上的进步。因为他们确定

不了一个功能在最初不完备阶段的适应值，所以他们便认为最初阶段或许不存在（完备的形态是一下子创造出来的），或者认为最初阶段不是由于自然选择产生的。预适应的原则——结构延续中的功能变化——可以解决有关最初阶段的难题。达尔文在结束关于眼睛论述的章节时，透彻地评价了“常识”：

> 当第一次提出太阳不动而是地球围绕太阳运动时，人类的常识表明这个观点错了；但是老话所谓的民众之声就是上帝之声——正如每一位哲学家所知——在科学中可能不对。

第四部分



生命史中的模式与间断

13. 生命的五边形

我10岁时，很害怕电影《事件》(*The Thing*，1951) 中那个叫詹姆斯·阿内斯 (James Arness) 的巨大的食肉胡萝卜。几个月前，年龄已经增长、智慧也已增加、同时不满也愈多的我怀着满腔怒火又看了电视中重放的这个电影。我认识到，作为政治文献，这个电影表达了冷战时期美国最糟糕的情感：影片中的英雄是一位坚强的军人，他要独自摧毁所有的敌人；相反的角色是一位纯朴的自由主义科学家，他想对美国有更多的了解；那个胡萝卜及其飞碟，是红色恐怖的象征；电影中的结束语是一位新闻记者充满深情的请求："看那天空"——请求扩大恐怖和扩张主义。

我从中却通过类比而产生出一种科学思想，而且产生出这篇文章——所谓绝对的分类差异都是模糊的。有人告诉我们，这个世界上居住的动物可分作具有概念化语言的动物（我们人类）和那些没有语言的动物（其他动物）。但是黑猩猩现在可以交谈（见文章5）。所有的生物要么是植物要么是动物，但是阿内斯先生作为可以活动的巨型植物的角色更具人性（也就更可怕些）。

不是植物就是动物，我们基本的生物多样性概念就是根据这样的区分。然而这种区分反映出一种偏见，是我们的陆生动物地位产生了这种偏见。实际上，假如我们因为真菌有根（虽然它们不进行光合作用）而将真菌定为植物的话，我们还可以清楚地定位我们周围土地上的微生物。然而，假如像海洋浮游小生物一样漂浮，我们就不会做出这样的划分。在单细胞水平，界线很模糊：既有含有功能性叶绿体的能动"动物"，还有与任何形态都不相关的像细菌那样的单细胞生物。

分类学家将所有生命只划分为两个界，植物界和动物界，从而编织了我们的偏见。读者可能将一种不恰当的分类视为浅薄的分类，然而，

即使我们正确地归类生物，谁又在意我们的基本阶元是否能很好地表达生物的丰富和复杂？但是一种分类并不是一个中性的挂帽架，分类表达的是左右我们概念的关系理论。动物与植物的这种普罗克拉斯提斯（Procrustean）系统，[①] 扭曲了我们的生命观，而且无助于我们理解生命史的一些重要特征。

几年前，康奈尔的生态学家 H. 魏塔克（R. H. Wittaker）提出一种五界系统，说明生命的构成（《科学》，1969 年 1 月 10 日）。最近，波士顿大学的生物学家林恩·马古利斯（Lynn Margulis）支持并扩充了魏塔克的框架（《进化生物学》，1974 年）。他们利用单细胞生物开始对传统的二分法进行了批评。

人类中心说具有非常广泛的影响，从矿区的露天剥采到捕鲸。民间分类学只是使我们清楚地区分和我们相关的生物与大量关系不近的“简单”生物。每发现一种新的牙齿，我们便确定一种新的哺乳动物，但我们却倾向于将所有的单细胞生物都算作“原始的”生物。然而，专家们现在提出，生物中最基本的划分并不是在“高等”的植物与动物之间，而是在单细胞之间，一边是细菌与蓝绿藻，另一边是其他藻类和原生动物（阿米巴、草履虫等）。按照魏塔克和马古利斯的观点，哪一个单细胞类群称作植物或动物都不合适，对于单细胞生物，我们必须划分出两个新的界。

细菌和蓝绿藻没有内部结构或高等细胞的“细胞器”。它们没有细胞粒，没有染色体，没有叶绿体，也没有线粒体（高等细胞的能量“工厂”）。这样简单的细胞叫作“原核的”（prokaryotic，意思是有核之前的，来自古希腊语 Karyon，意思是“核”）。具有细胞器的细胞被称作“真核的”（具有真的核）细胞。魏塔克认为这样的区分是“对生命界不同的层次做出的最清楚最有效的划分”。三个不同的论据支持这种划分。

1. 原核生物的历史。我们最早的生命证据来自已有 30 亿年历史的

① 普罗克拉斯提斯，古希腊传说中的强盗，他常将劫持来的人放在一个铁床上，比床长者斩去长的部分，比床短者强行与床拉齐。在西方文献中，普罗克拉斯提斯比喻强行一致。——译注

岩石。从那时直到10亿年前，所有的化石证据表明存在的只是原核生物，蓝绿藻席是地球上最复杂的生命形式。至于自那时以后，看法则不同了。加州大学洛杉矶分校的古生物学家J. W. 肖夫（J. W. Schopf）相信他在澳大利亚的岩石中找到的是10亿年前存在的真核藻类。其他人则认为肖夫所说的细胞器实际上是原核细胞死后降解的产物。假如这些批评是对的，那么我们仍然缺乏证据证明有真核生物存在于前寒武纪后期，这一时期是6亿年前寒武纪大“爆发”之前（见文章14和15）。无论如何，在整个生命历史的2/3或5/6时间内，在地球上居统治地位的是原核生物。肖夫根据大量的依据，将前寒武纪称为“蓝绿藻时代”。

2. 有关真核细胞起源的一个理论。马古利斯最近几年唤发起人们对于她捍卫的一个旧理论的兴趣。这个理论当初显得很荒谬，但很快人们对于它即便不赞成，也不得不重视。我当然支持这个理论。马古利斯认为真核细胞是作为原核细胞的集群产生的，简单地说，就是我们的细胞核和线粒体起源于独立的原核生物。有些现存的原核生物可以侵入真核细胞中，并作为真核细胞的共生体生活。多数原核细胞的体积和真核细胞的细胞器差不多；进行光合作用的真核生物的叶绿体与一些蓝绿藻的整个细胞非常相似。最后，一些细胞器有自己的自我复制基因，这是它们以前作为整个独立状态生物的遗迹。

3. 真核细胞的进化意义。避孕的倡导者完全根据他们的生物学提出性与生殖有不同的目的。生殖使物种繁衍，而原核生物的无性芽生和分裂生殖是最有效的途径。而另一方面，性的生物功能是通过两个（或多个）个体基因的混合产生变异性。（性通常与生殖相结合，这样有利于在子代中产生基因的混合。）

生物中只有存在大量的遗传变异，才可能产生明显的进化变化。自然选择是通过在广泛的基因库中保存有利变异的创造性过程。在这种程度上，性可以提供变异。但是有效的有性生殖需要将遗传物质包装在分离的单位（染色体）中。因此，在真核生物中，性细胞具有正常体细胞一半的染色体，当两个性细胞结合产生一个后代时，原来的遗传物质量又恢复了。而另一方面，原核生物的性是不常见和无效的。（这种性没有

方向性，只有少量基因从施予细胞向接受细胞的传递。)

无性生殖完整地复制亲代细胞，除非有一种新的突变介入产生了小的变化。但是新的突变并不常见，无性的物种不保持有效的进化变化所需的充足变异。二十多亿年了，藻席还是藻席。但是真核细胞却使性成为事实，而且，不到十亿年的时间，已经有了我们人类、蟑螂、海马、牵牛花和帘蛤。[①]

简而言之，我们应该利用现在最高级的分类来区分认识原核单细胞生物与真核单细胞生物之间的差异。这种分类在单细胞生物中确立了两个界：包括原核生物（细菌和蓝绿藻）的原核生物界；包括一些真核生物的原生生物界。

在多细胞生物中，植物界和动物界依然按照传统的分类。然而，第五界呢？是真菌。我们的普罗克拉斯提斯式二分法将真菌划入植物界，大概是因为真菌有一个小根。但这个使人误解的特征是真菌仅有的类似植物的地方。高等真菌具有一个管子系统，表面上类似于植物的微管系统，但是植物的微管系统中流动的是营养物，而真菌的管子中流动的是原生质。许多真菌的生殖是将若干个体的细胞核结合成一个多核组织，而没有细胞核的融合。植物与真菌的差别还有许多，但是在一个重要的事实面前，二者的差别最为明显：真菌不进行光合作用，它们生活在食源上，通过吸收作用进食（通常是通过分泌外消化酶）。于是真菌成了第五个，也是最后一个界。

正如魏塔克所说，多细胞生命的三个界代表了一种生态的和形态的分类。植物（生产）、真菌（还原）和动物（消费）代表了我们这个世界上三种主要的生存方式。而且，作为对我们自我重要观的一种致命打击，我不得不指出，生命的主要周期是在生产者和还原者之间进行的，这个世界如果没有消费者会更好一些。

我喜欢五界系统，因此它清楚地讲述了生物多样性的故事。五界系统按复杂性增加的三个层次排列生命：原核的单细胞（原核生物界），真核的单细胞（原生生物界）和真核的多细胞（植物界、真菌和动物

---

① 产于美国大西洋沿岸的一种圆蛤。——译注

界）。而且，随着生物层次的上升，生命变得愈加多样化，这与我们的预期相同，因为生物结构与功能复杂性的增加，使变异的机会增多。世界上原生生物比原核生物有更多差异明显的种类。在第三个层次上，多样性更大了，以致我们需要三个不同的界才能涵盖这个层次。最后，我应该指出，从一个层次到另一个层次的进化转变不止发生一次，复杂性增加的优势是巨大的，致使许多独立的线系趋同到极少数可能的出路上。每一界的成员，是由于共同的结构，而不是由于共同的由来，被组合到一起的。按照魏塔克的观点，通过原生生物，至少四次进化出植物，至少五次进化出真菌，至少三次进化出动物（特殊的中生动物、水蝗及其他）。

乍一看，三个层次五个界的系统好像记录了生命史上的必然进步。多样性增加与多重转变似乎反映出一种确定无疑向着更高等生命的进步。但是地质记录并不支持这种解释。在生命构造与功能的更高水平发展中，并不存在稳定的进步。相反，在整个生命系统中，既有变化很小的枝杈，又有没有变化的枝杈，还有突发进化的枝杈。在生命史的最初2/3或5/6时间里，原核生物界独自生居在这个地球上，我们找不到从“低等”原核生物到“高等”原核生物的稳定进步。同样，自从寒武纪大爆发以来，我们的生物圈中，并没有增加其他的生命式样（虽然我们可以认为在诸如脊椎动物和微管植物中生命的式样发生过有限的改变）。

然而，整个生命系统是在6亿年前，即生命历史的大约10%阶段的寒武纪大爆发期间产生出来的。我将确定出两个主要的事件：真核细胞的进化（由于有效的有性生殖提供了遗传变异性，从而有可能进一步增加多样性）和多细胞真核生物的爆发性辐射导致的生态空间被充分填充。

没有生命的世界是寂静的，有了生命世界也曾相对寂静过。假如仅从地质和生态的效果看，近代意识的进化可能是自从寒武纪以来最剧烈的事件。进化中的主要事件并不要求生命新式样的起源。只要生物界最近的产物对自身有足够的节制，以保证这个世界的前途的话，那么易变的真核生物还会继续产生出新奇与多样性。

14. 无名的单细胞英雄

德国伟大的进化论普及者恩斯特·海克尔（Ernst Haeckel）热衷发明新词。他的多数发明继他死后的半个世纪便销声匿迹了，不过保留下来了“个体发育”、“系统发育”和“生态学”。最后这个词现在还面临词义扭曲的命运，这个词由于使用得过广过滥而失去了词义。现在普遍的用法是将“生态学”作为一个标签来标识任何远离城市的好事物及其中不含化学物质的东西，这样的用法有害于这个词。在更局限的技术含义中，生态学是对生物多样性的研究，生态学侧重生物与其环境的相互作用，以探讨进化生物学中的最基本问题：“为什么有这么多生命种类?”

在达尔文理论提出后的一百年间，生态学家探讨这个问题并不成功。在面对生命的广泛多样性问题，他们选择了经验的途径，在有限的领域收集了有关简单系统的大量资料。现在，达尔文的《物种起源》出版之后已过了120年，进化领域中的这个灰姑娘又成了头面人物，由于那些具有数学背景科学家的努力，促使生态学家建起了生物相互作用的理论模型，并且利用这些模型成功地解释了来自野外的资料。我们终于开始理解（并量化）生物多样性的原因。

一项重要的科学进展，常常通过对相关领域长期未决问题的解决提供的关键成分，而扩展它的影响。研究最小“生态”时间维度（季节之间或最多是年之间生物相互作用）的理论生态学已经影响了研究大维度时间领域，即生命30亿年历史的古生物学。在文章16中，我将讨论一种把生物多样性与生物居寄地联系起来的生态学理论如何解释了二叠纪的灭绝。我在这里要提出，另一种生态学理论，多样性与捕食相互关系的理论，能够提供解决古生物学中第二个最大难题——寒武纪生命“爆发”问题的线索。

大约6亿年前，在地质学家称作寒武纪的开始，绝大多数无脊椎动物在几百万年的很短时间内出现了。在以前的40亿年间，地球历史中发生过什么事情？是什么在早期的寒武纪世界能够激发这样的进化活动爆发？

自从进化的观点在100年前取得胜利后，这些问题就困扰着古生物学家。虽然进化的突发与大规模的灭绝与达尔文的理论并不对立，然而，西方思想的一个根深蒂固的偏见却促使我们寻找连续逐渐的变化，“自然并不产生飞跃”，这是更早的博物学家们所宣称的观点。

寒武纪的爆发问题曾使达尔文很挠头，他在《物种起源》的最后一版中写道：“这个问题现在肯定还不能理解，而且会很快被用作反对这里所论述观点的有力论据。”实际上，在达尔文时代，情况更糟。当时没有发现任何前寒武纪的化石，寒武纪突然增多的复杂无脊椎类是最早的地球上生物的证据。假如这么多生命形态在同一时间产生，而且具有最初的复杂性，人们能不认为是上帝选择了寒武纪作为创造生命的时期（或六天）吗？

达尔文的困难已经部分被克服，我们现在已经得到30亿年前的前寒武纪生命的记录。在一些地区的岩石中发现的化石细菌和蓝绿藻的生活年代大约为20亿~30亿年前之间。

尽管有前寒武纪古生物学的激动人心的发现，却没有转移寒武纪爆发的问题，因为在前寒武纪发现的只是简单的细菌和蓝绿藻（见文章13），以及一些像绿藻一样的高等植物。复杂的后生动物（多细胞动物）的进化还像是突发的。（在澳大利亚的埃迪卡拉已经发现了一种前寒武纪的动物群。其中有些与现代的扇形珊瑚、水母、蠕虫类生物、节足动物有一定亲缘关系，还有两种不像现存任何动物的神秘形态。然而埃迪卡拉岩层仅位于寒武纪层的下面，而且只是根据非常细长的岩层边才确认为属于前寒武纪的地层。将在世界其他地区的少数非常孤立的发现也算作前寒武纪的发现同样很勉强。）问题或许增加了，因为对前寒武纪岩石所做的越来越广泛的研究摧毁了过去流行的观点，即前寒武纪存在后生动物，只是我们没有找到。

前一百年的论据产生出科学解释寒武纪爆发的两种基本策略。

第一种策略是，我们应该认为寒武纪爆发是一种假象。西方人的偏见认为，进化是缓慢逐渐的。所谓的爆发只是表明首次在化石生物记录中发现了早在前寒武纪就已经存在并发展的生物。然而是什么阻碍了如此丰富动物群的石化，关于这个问题有各式各样的说法，有的绝对荒谬，有的则很合理。下面仅引用几个：

（1）寒武纪代表着首次保存了不变的岩石，前寒武纪地层历经热与压力，其中的化石已经销毁了。毋庸置疑，这是一种经验性的错误认识。

（2）在寒武纪之前，生命在陆地湖泊中进化。寒武纪代表了这些动物群向海洋的迁徙。

（3）所有早期的后生动物是软体的。寒武纪代表了可石化硬体部分的进化。

因为发现了在前寒武纪化石沉积层中存在大量像藻类那样简单的生物，第一种策略很难再流行。尽管如此，第一种策略中根据硬体部分论据的概念还是包含了一种真理的成分，虽然这种策略无法给出全部答案。没有壳的蚌是不能生活下去的动物，不可能使软体动物随便穿上什么就能活下去。精细的鳃和复杂的肌肉系统的进化显然与硬的外壳相关。硬体部分的出现通常要求任何可能的软体动物祖先的整个身体同时发生复杂的变化；因此，动物硬体外壳在寒武纪的突然出现意味着具有这种外壳的动物确实发生了迅速的进化。

第二种策略是，我们可以宣称寒武纪的爆发代表了复杂性非常迅速进化的真正事件。寒武纪后生动物（简单软体动物先驱）的环境，一定发生了什么事件，以致产生了这么迅速的进化爆发。我们只有两个相互重合的可能性：物理环境的变化或生物环境的变化。

1965 年，达拉斯的两位物理学家劳埃德·V. 伯克纳（Lloyd. V. Berkner）和劳里斯顿·C. 马歇尔（Lauriston C. Marshall）发表了一篇著名的文章，提出寒武纪的生命爆发是由地球大气的氧水平这个物理成因直接造成的。地质学家同意地球最初的大气中含有很少或没有自由氧。氧是作为生命活动——前寒武纪藻的光合作用——的结果逐

渐形成的。后生动物由于两个原因需要高含量的自由氧：用于呼吸作用是直接的原因；间接的原因是，当紫外线接触地表上的生物之前，氧以臭氧的形式在大气层吸收了大量有害的紫外线辐射。伯克纳和马歇尔提出的观点，只不过是寒武纪标志大气中氧首次达到足以用于呼吸作用和防止有害辐射的水平。

但是地质证据却摧毁了这个有吸引力的观点。（寒武纪时的）光合作用的生物大概是比 25 亿年前丰富多了，难道这就有理由认为需要 20 亿年才能形成足够呼吸作用使用的氧吗？而且 10 亿与 20 亿年间的广泛沉积层中含有大量严重氧化的岩石。

伯克纳和马歇尔的假说是一种态度的具体表现，这种态度普遍存在于那些不能充分认识复杂性的非生物学家当中，他们用可怜的机械模型来说明活生生的生物。物理模型通常适用于像撞球那样自动对物理作用做出反应的简单而且无主动能力的物体。但是一个生物不可能这样简单地摆弄。生物当然不是自动进化的。伯克纳和马歇尔的假说建立在我称之为“物理主义”的撞球思想上，他们认为，当存在的物理障碍取消后，后生动物就会立刻自动产生。然而，足够氧的存在并不保证任何呼吸氧气的东西可以立即进化。对于后生动物的进化来说，氧是必要条件，但可惜并不是充分条件。事实上，在寒武纪爆发之前，足够的氧大概已经存在了 10 亿年。或许我们应该看一下生物的动因。

约翰，霍普金斯大学的斯蒂文 · M. 斯坦利（Stever. M. Stanley）最近提出一个受欢迎的生态学理论，即“收割原则”，可能就是生物的动因（《国家科学院院刊》，*Proceedings of the Noitional Academy of Sciences*，1973）。伟大的地质学家查尔斯 · 莱尔（Charles Lyell）提出过，科学假说与常识的不同之处在于科学假说是精美和令人激动的。收割原则就是这样一种与直觉不同的观点。在考虑生物多样性的原因时，我们可能会认为，一种“收割者”（草食或肉食）的引入可能会减少给定地区的物种数目。首先，假如一种动物收割处女地的食物，这样应该是多样性减少，并且完全排斥了一些稀少的物种。

事实上，通过对生物如何分布的研究，产生了相反的看法。在初级

生产者（利用光合作用制造自己所需的营养，而不食用其他生物的生物）的群落中，一种或少数几种物种在竞争中将占优势，并将独占这个空间。这样的群落，可能生物量很大，但是种数稀少。收割者在这样的系统中倾向于捕食数量多的物种，于是便限制了这种物种的统治能力，并为其他的物种腾出了空间。进化良好的收割者会食用它们喜欢捕食的物种，但不会对这种物种斩尽杀绝（以免自己死于持久的饥饿）。一个良好的收割生态系统是混杂多样的，种数多，但每一种生物的数量少。换一种说法，在生态金字塔中，每增加一个新的层次，就会扩展其下面的层次。

许多野外的研究支持了收割原则：在一个人工池塘中放进捕食性鱼，会增加蜉游动物的多样性；从多样的藻类群落中去掉草食性海胆，会使一个物种在该群落中占据统治地位。

看一下保持了25亿年的前寒武纪的藻类群落，它完全由简单的初级生产者组成。它没有被收割过，正是由于这个原因，这种群落在生物学上属于单一不变的群落。由于物理空间被少数量大的类型顽强地占据着，所以这种群落的进化非常缓慢，从未有过丰富的多样性。斯坦利指出，寒武纪爆发的关键是草食收割者的进化，即食用其他细胞的原生生物的进化。收割者为生产者有更大的多样性制造了空间，而这种多样性的增加又导致更特异的收割者的进化。生态金字塔按两个方向迅速发展，较低层次的生产者增加了许多物种，在顶端又增加了新的食肉层次。

如何证明这种观点？最初的原生生物收割者大概没有被石化，它们或许是生命史上的无名英雄。然而存在着一些有参考价值的间接证据。前寒武纪最丰富的生产者群落作为叠层石（与沉积岩结合的蓝绿藻席）保存了下来。今天，叠层石仅盛产于缺少后生动物收割者的贫瘠环境中（例如超盐量的咸水湖中）。彼得·加勒特（Peter Garrett）发现，只有人工移走收割者，这些蓝绿藻席才能在更正常的海洋环境中生存下去。蓝绿藻席在前寒武纪的丰富，大概反映了当时收割者的贫乏。

斯坦利并不是通过经验性研究前寒武纪群落得出收割理论的，这个理论是演绎的论点，基于已建立的生态学原则，同时与前寒武纪世界的

任何事实都不矛盾，并且与少量观察显得特别吻合。斯坦利在一个坦诚的结论性段落中，提出他的理论站得住脚的四个理由：（1）它显然解释了我们所知的关于前寒武纪生命的事实；（2）它是简单的，既不复杂，又不牵强；（3）它是纯生物学的，尤其避开援引外界的控制；（4）它主要是从已经建立的生态学原则直接演绎的产物。

这样的辩解与多数高中的教导及媒介传播中关于科学进步的最简单观点并不相符。斯坦利并不援引根据严格的实验获得的信息作为证据。他第二个理由是方法论的假定，第三个理由是哲学上的倾向，第四个理由是对原先理论的应用。只有斯坦利的第一个理由参照了前寒武纪的事实，而这个立论并不太强，只说明他的理论"解释"了已知的事实（许多其他的理论也这样）。

但是，科学中的创造性思维确实就是这样，并不是机械地收集事实和归纳出理论，而是一种复杂的过程，包括了直感、先见和其他领域的启迪。最好的科学，是将人类的判断和机智都置于科学的过程中。总之，科学是（我们有时竟忘了这点）人类的实践。

15. 寒武纪的爆发是一种 S 型曲线骗局吗?

罗德里克·莫奇逊(Roderick Murchison)在妻子的劝导下,放弃了猎狐的爱好,从事更高尚更欣悦的科学研究。这位贵族地质学家,将其第二事业的大部分时间用来证明早期的生命历史。他发现海洋第一次生命物质的增加并不是逐渐相继地增加更复杂的生命形式。相反,多数主要的生物类群差不多是在6亿年前,即地质学家现在叫作寒武纪初期同时产生的。莫奇逊这位虔诚的特创论者于19世纪30年代写道,这个时期可能代表了上帝最初决定生物在地球上生居的时期。

查尔斯·达尔文不安地看待这个观察。他设想,按照进化的要求,在寒武纪之前,海洋里已经"充满了活着的生物"。为了解释早期地质记录,他出于辩解的目的提出,我们现在的大陆上并没有积累前寒武纪的沉积层,因为那时现在的大陆上覆盖着清澈的大海。

我们现代的观点综合了这两种意见。当然,已经证明达尔文的中心论点是正确的。寒武纪的生命当然来源于生命的祖先,而不是来自上帝的创造。但是莫奇逊的基本观点反映的也是生物学的事实,而不是地质证据的不完备。前寒武纪(直到前寒武纪末期)的化石记录的不过是25亿年来的细菌和蓝绿藻,在接近寒武纪初期,复杂的生命以惊人的速度产生。(读者必须记住地质学家对迅速有独到的看法,1000万年的光阴充其量是慢慢的一闪。而且,1000万年是地球历史的1/450,在一个地质学家看来,那只是一瞬间。)

一百年来,古生物学家在尝试解释寒武纪"爆发"方面没有什么成果,"爆发"是指在寒武纪的最初1000万年至2000万年,生物多样性的突然增加(见文章14)。古生物学家普遍认为,难以理解的是爆发本身。因此,正确的理论应该解释为什么早期寒武纪是这样一个不寻常的时期:

或许它代表着第一次积累了有利于呼吸作用的足够的氧，或许代表着早期使复杂生命无法生存的过热地球冷却了下来（比起复杂的动物来，简单的藻类可以在更高的温度下生存），或许代表着海洋化学物质的变化积累了大量的碳酸钙，这样软体动物才有可能包有保护性的骨架。

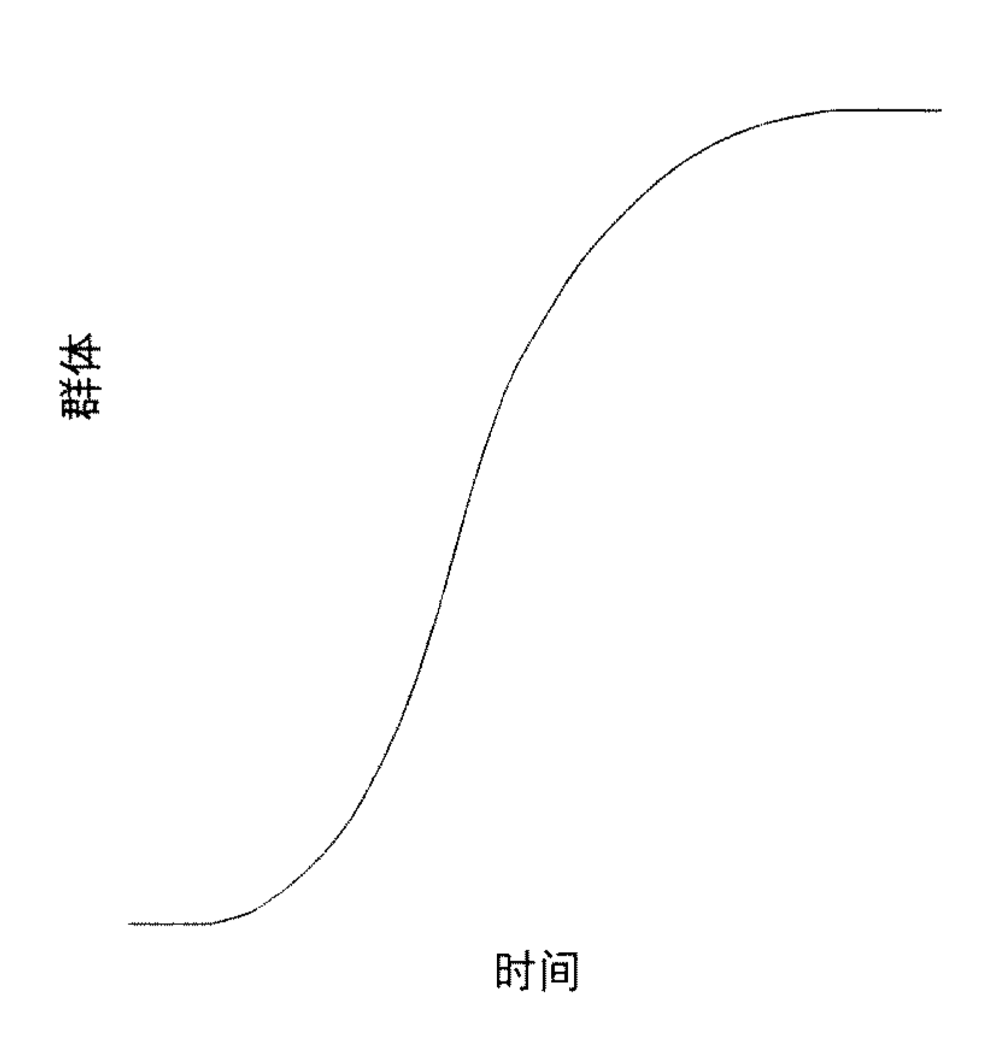
我现在感到我专业内的人们的态度已经发生了根本转变。或许我们一直错误地看待这个问题。或许爆发本身是在前寒武纪的事件活动中已确定为必然过程的预定产物。这样的话，我们应该相信，早期寒武纪时代无论如何没有什么“特殊”的，爆发的原因应该从造成复杂生命产生的更早事件中寻找。我最近觉得这种新的探索可能是正确的。寒武纪的爆发模式差不多符合一种生长的普遍规律。这种规律预示了迅速生长的时期。比起爆发之前的缓慢增长时期或爆发之后的平缓增长时期，爆发并不是更基本的（或需要特别解释的）。爆发之前时期的引发最终保证了后来的爆发。为了支持这种新的看法，我提供根据化石记录定量化的两个论据。我不仅希望用化石的定量化来说明我的特定例子，而且希望说明在曾经不太严谨的专业中，定量化可能起到检验假说的作用。

野外地质学家日复一日艰苦地工作，贡献出了细致的资料：绘制地层图，利用化石与物理的“重合”（年代近的在年代久的上层）得出时间上的相关性，记录岩石类型、颗粒大小和沉积的环境。有才华的年轻理论家轻蔑这类工作，他们认为野外地质学家从事的是缺乏想象力的工蜂式忙碌的工作。然而没有野外地质学家提供的资料作基础，我们就不会有科学（地质学）。在这个案例中，我们重新审视寒武纪的爆发，依据的就是近几年来主要由苏联地质学家建立的精细的寒武纪地层学。寒武纪早期的厚地层已经被再分为四个阶段，而且更精确地记录了最早的化石。对于以前仅记录成“寒武纪早期”的所有类群（因此成为明显的爆发），我们现在可以较好地绘制出最早出现顺序的表格。

罗彻斯特大学的古生物学家 J. J. 塞普科斯基（J. J. Sepkoski）最近做出从前寒武纪后期到“爆发”结束时的生物多样性增加的图表，为我们提供了最一般的增长模型，即所谓的 S 形曲线。例如典型的细菌群落在没有菌落的培养基中的生长，每个细菌细胞每 20 分钟形成两个子细

胞。最初时的群体增加比较缓慢。(尽管细胞分裂的速度可以很快，但是能生活下来并分裂的细胞数量并不多，而且群体达到爆发期的速度很慢。) 这种最初“迟缓”期形式，是 S 形曲线缓慢上升的片段。再接下来的爆发或“对数”期，表示一个实际群体像每 20 分钟产生两个子细胞的细胞那样的增长。这个过程显然不能延续下去：利用显而易见的推断就可以表明，那样的话，整个宇宙就会充满细菌。最后，由于空间充满，营养耗尽，居所被代谢物污染等原因，菌落达到稳定状态（或死亡）。这种平衡在对数期上封了顶，并且完成了 S 形曲线分布的 S 部分。

从细菌的生长到生命的演化还有很大的差距，不过 S 形曲线的增长是某些系统的一般特征。而且在这个案例中，这种类比差不多能够成立。可以将细胞分裂看作物种形成，将实验室器皿中的琼脂底物看作海洋。在前寒武纪末期，生命的缓慢增长就是迟缓期。〔我们现在已经发现前寒武纪末期的动物群比较适中，主要是腔肠动物（软珊瑚和水母）和蠕



一个典型的 S 型曲线。注意一下开始比较缓慢（迟缓期），中间是迅速增长期（对数期），最后则逐渐减少。

虫。〕著名的寒武纪爆发只不过是这一连续过程的对数期，而后寒武纪期的平缓表明世界海洋的生态角色开始衰退（后来陆生生命发生进化）。

假如S形曲线增长规律控制了早期的生命多样化，那么寒武纪的爆发就不是什么特殊的事情。它只不过是由两种因素决定的对数期：（1）发生在前寒武纪时期的引发迟缓期的事件。（2）允许S形曲线增长的环境特性。

正如约翰·霍普金斯大学的古生物学家S. M. 斯坦利（S. M. Stanley）在最近的一篇评论（《美国科学杂志》，*American Journal of Science*，1976）中所说："我们可以放弃传统的观点所认为的在寒武纪将近开始时起源了主要的化石类元，并且我们不再把寒武纪的爆发看作一个主要的谜。'寒武纪问题'不过是地球上多细胞的起源推迟到大约地球历经了40亿年的时候发生。"我们可以将目光投向更早的事件，从而否定寒武纪问题，但是更早时期事件的性质及成因似乎成了古生物学的谜中之谜。前寒武纪后期真核细胞的起源一定是重要的决定因素。（我在文章13中提出，有效的有性生殖需要具有染色体分离的真核细胞，而且，没有有性生殖提供的遗传变异，不可能进化出复杂的生命。）但是我们却不知道，为什么有了原核细胞后20亿年才产生出真核细胞。在文章14中，我提倡用斯坦利的"收割"理论来说明真核细胞进化后最初的S形曲线增长。斯坦利认为，前寒武纪的原核藻类已经占满了能够占据的所有空间，因此由于不给任何竞争者立足之地，阻碍了更复杂生命的进化。第一个真核食草者，也就是广泛存在的酵母，即使不变异，也会为竞争者的进化留下空间。

猜想可能是引人入胜的，但我们无法具体说明首要的因素——引起S形曲线增长的原因。我们只能更好地说明第二个因素——即允许S型曲线增长的环境特性。S形曲线增长并不是自然系统的普遍特性，只发生在一种环境中。我们实验室中的细菌在太致密或缺乏营养的情况下，并不是S形曲线增长。S形模式只发生在开放、无限制的系统中，那里的食物充足，空间足够，生物数量的进一步增长只受自身数量的限制。显然，前寒武纪的海洋形成这种"空旷"的生态系统，空间广阔，食物

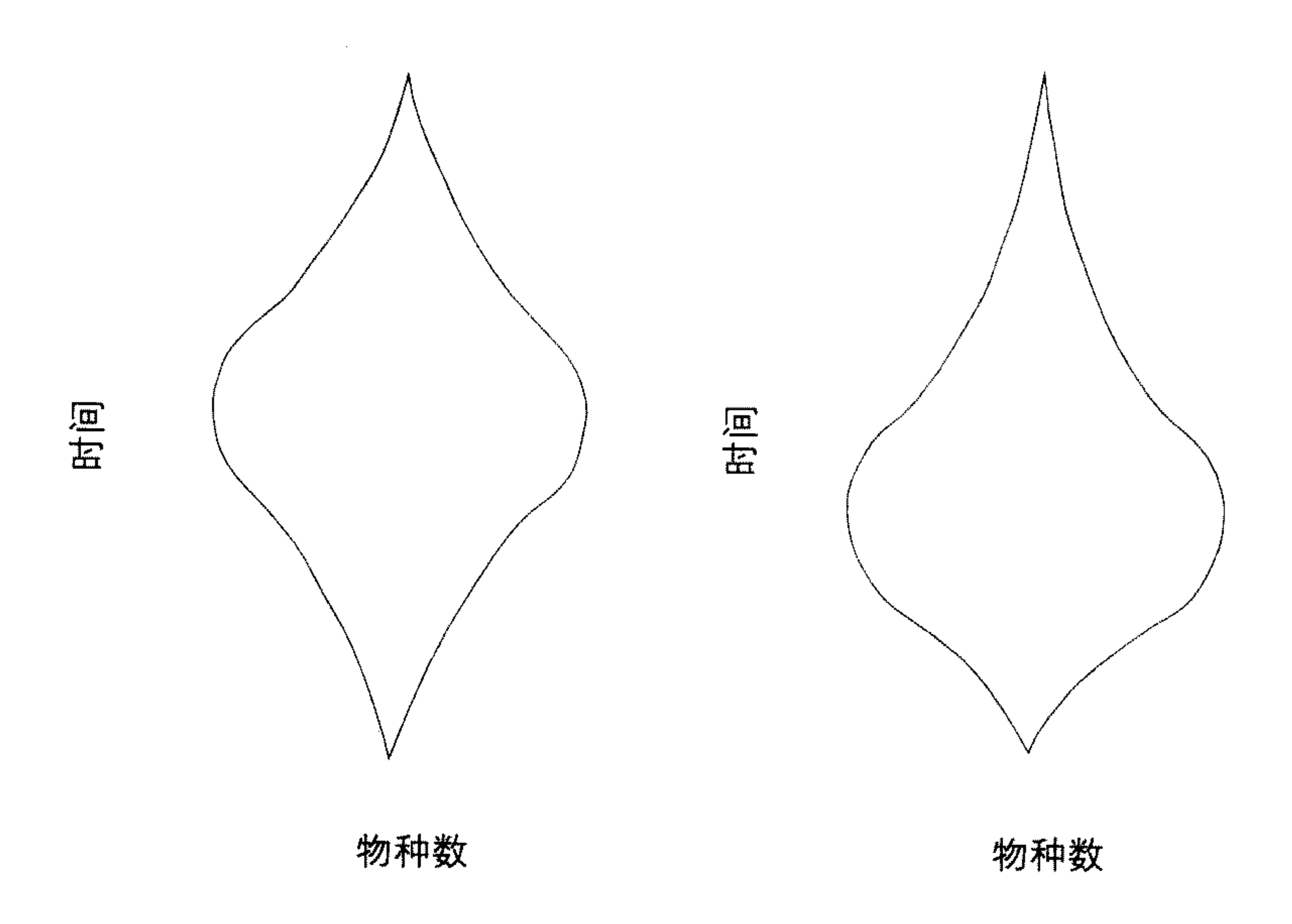
丰足，没有竞争（早期的真核生物会感谢它们的原核生物祖先，不仅提供了直接的食物，而且通过光合作用使大气中有了氧）。S 形曲线——其中寒武纪爆发是其中的对数期——代表了在世界海洋中的第一次生物量增加；在开放的生态系统中，S 形曲线是一种可以成立的模式。

对数期的动物进化表现出的进化模式，与后来自我调节平衡占统治地位的进化模式不同。我自己在过去的两年主要的研究工作就是确定这些差异。我与我的同事〔芝加哥大学的 T. J. M. 肖夫，罗彻斯特大学的 D. M. 劳普（D. M. Raup）和 J. J. 塞普科斯基，以及佛罗里达州立大学的 D. S. 辛伯勒夫（D. S. Simberloff）〕将进化树模式化为一个随机过程。在树“增长”之后，我们划分出其中的主枝，并考查每一个枝的历史（这种枝专业上叫“支序”）。我们把每一个支序都绘成所谓的纺锤体图。纺锤体图按下列方法绘制：简单计算每一时期活着的物种数，根据物种数变更图的宽度。

然后，我们衡量这些图的一些特征。有一种衡量方法，叫作 C. G.（引力中心），用来确定引力的中心位置（大致说，就是支序最宽或最多样性的地方）。假设最多样性的位置在支序持续时间的中心点，我们给定 C. G. 值力 0.5（支序全部存在的一半途径）。假如支序在中心点之前达到最大的多样性，它的 C. G. 值就小于 0.5。

在我们的随机系统中，C. G. 值总是接近 0.5，理想的支序其中心最宽处呈菱形。不过我们的随机世界是一个完美平衡的世界，不允许存在 S 形曲线增长的对数期，物种的数量随时间保持平衡，即物种灭绝的速度与新物种起源的速度相同。

1975 年的大部分时间里，我都在统计化石属数，记录它们的寿命，以便做出实际支序的纺锤体图。我现在统计了寒武纪对数期**之后**产生与死亡的 400 多个支序。它们的平均 C. G. 值为 0.4993，非常接近理想状态平衡世界的 0.5。我还做了许多在对数**期间**产生的支序和对数期后死亡的支序纺锤体图。值得注意的是，它们的平均值小于 0.5。它们记录的是多样性增长的一种不规则世界，可以用它们的值来估计寒武纪对数期的时间与长度。支序的 C. G. 值低于 0.5 是因为它们产生于迅速多样



纺锤体图。左边图的 C. G. 值为 0.5（在持续的中间期最宽）；右边图的 C. G. 值低于 0.5。

化时，却死于起源与灭绝更慢的平稳期。因此，这些支序在它们历史的早期达到了最大的多样性，因为它们最初的代表参加了无限制增长的对数期，不过却在随后的稳定世界中缓慢地衰落消失了。

定量化的研究在两个方面帮助我们理解了寒武纪的爆发。首先，我们可以用来认识 S 形曲线增长的特性，并且从更早的事件中确定成因，这样，寒武纪问题本身便消失了。其次，通过统计研究纺锤体图，我们可以确定寒武纪对数期的时间与长度。

在我看来，这项工作的最显著成果，不是寒武纪支序的 C. G. 值低，而是寒武纪后的支序 C. G. 值与理想状态下平衡世界模型的 C. G. 值相同。海洋生物所保持的平衡有可能经历过所有地球运动的变迁、所有的大规模灭绝、大陆的碰撞、海洋生物的耗尽与创生吗？寒武纪对数期产生的生物充满了地球的海洋。从那时起，在有限的基本式样内，进化产生出无穷的变异。海洋生物具有丰富的变异，精巧的适应，而且（假如我们可以站在人类中心说的角度看的话）具有神奇的美。然而，从一个重要的角度看，从寒武纪以来，一直是寒武纪爆发期的基本产物在进化。

16. 大灭绝

大约2.25亿年前，在二叠纪末期，足有一半的海洋生物，在很短的几百万年内死亡了。按多数标准看，几百万年都是很长的时间，但在一位地质学家看来，只是一瞬间。这次大规模灭绝的牺牲者包括，当时存在的所有三叶虫，所有的古珊瑚，唯一一个谱系的菊石，多数苔藓虫，腕足动物和海百合。

在过去6亿年时间里间断生命史的若干大规模灭绝中，这次大死亡是最深重的一次。后来的距今7000万年前的白垩纪灭绝是其次的。白垩纪大灭绝毁灭了25%的动物纲，消灭了地球上占统治地位的陆生动物，即恐龙及其同类，并因此为哺乳动物及最后人类的进化提供了舞台。

在古生物学中，最吸引人也是让人失败最多的问题就是探讨这些灭绝的原因。人们提出的观点可以占满曼哈顿的电话簿，包括了所有想到的原因：世界范围的造山运动，海平面的移动，海洋中盐分的减少，超新星，宇宙射线大量的射入，流行病，生居地的限制，气候的急剧变化等等。公众也一直很关注这个问题。我清楚地记得，我第一次注意这个问题时才五岁：迪斯尼的电影《幻想曲》（*Fantasia*）中，在斯特拉文斯



迪斯尼的电影《幻想曲》中的恐龙吃力地穿过干涸的地区，相继灭绝。(© 沃尔特·迪斯尼制片公司)

基的《春之祭》音乐中，恐龙垂死挣扎着穿过一个干涸的地区。

由于二叠纪的灭绝使其他的灭绝都黯然失色，所以才一直是人们首要关注的问题。倘若我们能够解释这次最大的大死亡，我们就有可能掌握了理解一般大规模灭绝的钥匙。

在过去的十几年里，地质学与进化生物的进展合起来已经提出了一个可能的答案。问题是逐渐解决的，以致一些古生物学家几乎没有意识到他们最古老最深刻的难题已经解决。

十年前，地质学家普遍认为大陆是在其现在的地方形成的。大的陆块可能会上下移动，而且大陆可能由于边缘山脉上升的加快而“生长”，但大陆并不在地表移动，大陆的位置一直固定不变。另一种理论，大陆漂移理论，在20世纪早期就提出来了，但由于缺乏大陆移动的机制，所以受到普遍的抵制。

现在，对洋流的研究得出了板块构造理论中的机制。地球表面由不太多的板块构成，板块的边缘是脊和俯冲消减带。在旧板块移动部分的脊处形成新的洋流。作为对于突起脊的平衡，原先板块的一些部分在俯冲消减带移入地球的内部。

大陆被动地附在板块上，并随板块运动，大陆并不像原先理论认为的“破浪”穿过固定的洋流。因此，大陆漂移只是板块构造的一种结果。板块构造的其他重要结果包括板块边缘的地震（如经过旧金山的圣安德里斯断层）和两个板块上大陆的碰撞形成山脉（印度“筏”冲击亚洲时形成喜马拉雅山）。

当我们重建了大陆移动的历史，我们便理解了发生在二叠纪末期的独特事件：所有的大陆合并成单一的超级大陆——泛大陆。很简单，合并的结果导致二叠纪的大灭绝。

然而这种合并产生什么样的结果？为什么会产生这些结果？这种片段的合并会产生广泛的结果，从气候的变迁，海洋的环流到以前隔离生态系统的相互作用。这里我们必须看一下进化生物学中的进展，看一下理论生态学以及我们对生命形态多样性的新理解。

经过了几十年高度描述性及主要非理论性的工作之后，生态科学通

过利用定量的方法，探讨有关生物多样性的一般理论，而重新焕发出生机。我们更加深刻地理解了不同的环境因素对生命的丰富性及分布的影响。许多研究现在表明，在一定的地区，寄居地本身的大小，即使不是主要的因素，也是影响极大的因素。例如，假如我们统计生活在不同大小岛屿上（以及其他类似的特征，如气候、植物和离大陆的距离）蚂蚁种的数量，我们会发现，一般说来，岛屿越大，种数越多。

热带岛上的蚂蚁与二叠纪时期的整个海洋动物群之间还有很大的差距。然而，我们有可靠的理由推断，在那次大灭绝中，区域大小的变化可能起到了一个主要的作用。假如我们可以估计出在二叠纪（随着大陆合并）不同时期生物的多样性与区域变化的话，那么我们就可以检验区域控制假说。

首先，我们必须理解有关二叠纪灭绝与一般化石记录的两件事。第一，二叠纪的灭绝主要影响了海洋生物。那时，生活的相对少的陆生植物与脊椎动物并没有受到太大的影响。第二，化石记录主要保存的是浅水海洋生物。我们几乎没有找到多少生活在海洋深处的海洋生物化石。因此，假如我们要检验区域减少在二叠纪灭绝中起过重要作用的理论，我们必须关注浅海区域。

我们可以用定量的方法分辨出导致浅海区域突然减少的两个原因。第一个原因属于基本几何学的：假如前二叠纪的每一个分离的大陆完全被浅海包围，大陆块的结合就会使接缝处的区域消失。例如，用四个长方形全麦面包组成一个正方形，所有的边将减少一半。第二个原因与板块构造的机制有关。当洋脊活跃地产生出洋流并散播出去，那么脊本身比海洋的最深处的位置要高。这样，从海底排出了水，海平面就会上升，部分大陆则被淹没。反之，假如洋流减缓或停止，脊便坍塌，海平面下降。

二叠纪后期大陆碰撞时，携带大陆的板块将大陆“锁定”在一起。这样导致新洋流的散播突然停止。洋脊下沉，浅海从大陆退却。这样的浅海急剧减少并不是由于海平面本身的下降引起的，而是由于下降发生地区海床的地形变化引起的。洋底并不是从海岸线直插到大洋深处。今

天的大陆边缘由比较宽的长期是浅水的大陆架构成。伸向海洋的大陆架使大陆的叙面非常陡峭。假如海平面退到暴露出整个大陆的地步，那么世界上多数的浅海就会消失。在二叠纪后期很可能发生了这样的事情。

芝加哥大学的托马斯·肖夫最近检验了区域减少导致灭绝的假说。他研究了浅水与大陆岩石的分布，推断二叠纪大陆合并的各个时期大陆边缘和浅海的范围。然后，他通过查阅大量的古生物学文献，计算在二叠纪不同时期不同生物种类的数量。后来，佛罗里达州立大学的丹尼尔·辛伯勒夫表明，肖夫的资料符合物种数量和与区域有关的数学公式。而且，肖夫说明灭绝对一些类群的影响没有区别，灭绝的结果几乎影响到所有生活在浅海的生物。换句话说，我们无需寻找特定的原因来说明少数动物的特殊情况。这场灭绝的影响是普遍的。随着浅海的消失，早期二叠纪丰富的生态系统失去了供养其成员的空间。袋子小了，一半的弹子不得不扔掉。

区域本身并不是答案的全部。像合并为单一的超级大陆这样极为重要的事件，必然还引起其他结果，从而决定了二叠纪更早时期的生态系统不稳定。但是肖夫和辛伯勒夫已经提供了令人信服的证据证明空间是主要因素。

对古生物学中极为难解之谜的解答是两个相关领域（生态学和地质学）激动人心进展的副产品，这是一件令人欣喜的事情。如果一百多年来一直证明一个问题难以驾驭的话，那么不可能以旧的方式、囿于旧的成规再收集更多的资料。理论生态学使我们提出了正确的问题，而板块构造又为我们提供了正确的当时地球状况。

第五部分



地球的理论

17. 托马斯神父的丑陋的小行星

“我们生活的世界似乎与我们祖先生活的世界不一样……为了一个人的悠闲，十个人必须付出辛勤……这个地球并不为我们提供食品，而是提供了更多的劳动和行业……空气是肮脏的，是污染的。”

这并不是现代的生态积极行动主义。这种情绪是对的，但风格却已过时。这是托马斯·伯内特神父（Rev. Thomas Burnet）的悼词。伯内特是17世纪最有名的地质学著作《地球的神圣理论》（*The Sacred Theory of the Earth*）一书的作者。他在书中描绘的是一个从最初伊甸园的光耀中衰落的行星，而不是被太多贪婪的人捣空的世界。

在众多的神学地质学著作中，伯内特的《地球的神圣理论》确实是最有名的，最受攻击的，也是最被误解的。在这本书中，他试图对《圣经》中的所有事件，无论是过去的还是将来的事件，提出地质学的理论说明。现在，按照最简单化、也是公众的科学与宗教关系的观点，在自然观上科学与宗教是对手，而且科学与宗教之间相互作用的历史上记载的是科学不断侵入原先由宗教占据的智力领域。按照这样的观念，伯内特不就是一个崩溃堤坝上的微不足道的人物吗？

但是宗教与科学的实际关系要复杂得多，而且是变化的。通常情况下，宗教积极地鼓励科学。如果说科学有什么一贯的敌人，那不是宗教，而是非理性主义。实际上，迫害伯内特牧师的势力和三个世纪以后迫害田纳西州科学教师斯科普斯（Scopes）[①] 的势力是一样的。通过考察与我们的时代和世界都不一样的伯内特案例，我们可以更广泛地理解那种持续反对科学的势力。

我先大致描述一下伯内特的理论。按照我们的观点，专断的反科学

① 斯科普斯（1901—1970），美国田纳西州的一名中学教师，1925年，因讲授达尔文的进化论被指控违反当时的州法，犯了渎神罪，这成了当时轰动全美国的一桩审判案。——译注。

人士抓住伯内特不放，这显得那么愚蠢和牵强。但是我们再检查一下伯内特的方法，就会发现他是那个时代的科学理性主义者。至于教条的神学对他的迫害，与赫胥黎—威尔伯弗斯的争论或加利福尼亚关于特创争论的情况差不多，角色一样，只不过外衣换了。

伯内特的研究首先是确定挪亚洪水从哪里来的。他相信现代的海洋不可能淹没地球上的山脉。他在给一个同时代人的信中写道："如果一个人可以被他的唾液淹没，我就相信世界的洪水可以淹没世界。"有一种观点认为，挪亚洪水可能只是地区性的事件，只不过被那些未做广泛旅行的证明者错误地扩展了。伯内特不同意这种看法，因为这样看有悖圣经的权威。但是对于另外一种观点，认为只不过是上帝奇迹般地创造出多余的水，伯内特却坚决地予以否定，因为这种观点与科学的理性世界相抵触。而他则是按下面的观点解释地球史的。

我们的地球从最初空虚的混沌状态凝结成一个完美有序的球体。地球的物质根据密度排列。重的岩石和金属在中心形成球核，球核上面是液状物，液状物上面为漂浮物球层。漂浮层的主要构成物质是空气，不过也包括陆地的颗粒。漂浮物届时在液状层上凝结成很圆的平缓地球。

> 这种平滑的地球是世界最初的景观，像第一代人类，它有年轻的俊美和蓬勃的天性，新鲜而旺盛，它的全身都没皱纹、疤痕或裂口；没有岩石，没有山脉，没有凹陷的洞穴，没有裂开的沟堑，所有地方都是匀称的。

最初完美的地球上没有季节的变化，因为地球的轴固定为竖直状，而伊甸园正好位于中纬度地区，享受长期的春天。

但是地球自身的进化会摧毁这个地上的天堂，这样的事情在不驯的人类受到惩罚时，便自然地发生了。降雨减少，地球开始干旱，出现裂缝。太阳的热量蒸发了地表下面的一些水分，这些水分透过地缝上升，形成了云，再形成降雨。但是，即使50个昼夜的降雨，也不能提供足够的水分，越来越多的水分从地球深处涌出。降雨填满了裂缝，随着下面

蒸发水分往上顶，地球成了没有活门的压力锅。压力形成，地表最终裂开，形成洪水和海啸，地表的破裂和原来地表的变化形成了山脉与大洋盆地。地表的破裂很剧烈，致使地球的轴向倾斜为现在的样子（参见维里柯夫斯基，文章19）。最终水退到深深的洞穴，留下了“一种巨大而可怕的毁灭……一堆残缺混杂的尸体”。唉，为伊甸园而造的人类，他那大约900岁令人敬畏的生命周期，也下降到1/10。

而且，根据托马斯神父的看法，我们作为“丑陋的小行星”上的居民，要等待《圣经》中预示并从行星物理学中推断出的转变。届时，地球上的火山将同时喷发，并且发生普遍的大火。在信奉新教的不列颠，由于蕴藏着煤矿（那时大部分尚未开采），将燃起熊熊的大火，不过大火是从罗马这个伪基督教的天主教徒故乡烧起来的。炭状颗粒将缓慢地落回到地球上，再次形成平滑完美的球面。将开始基督的千禧年时代，在千禧年结束时，巨大的哥革与玛各（Gog and Magog）[①] 将出现，开始善与恶之间新的战争，圣徒将上升到阿伯拉罕（Abraham）的周围，而地球则继续它的进程，变成一颗星星。

太怪诞了吗？在1975年看确实怪诞，但在1681年看则不然。伯内特在他那个时代，是个理性主义者。他在一个信仰的年代，坚持将牛顿的世界观放在首位。伯内特首先关心的是赋予地球历史以自然的、物理的过程，而不是奇迹的或上帝随意变动的过程。伯内特讲述的故事可能奇怪，但故事中的角色则很普通，是干涸、蒸发、坠落和燃烧。他确实相信《圣经》中所述的地球史事件确有其事，然而这些事件必须与科学相符，以免显得上帝说的与做的不一样。理性和天启是通往真理的两个绝对可靠的向导，但是，

> 在有关自然界的争论中，借助《圣经》的权威与理性作对是危险的。能使一切都昭然的时间将使人们发现，我们借助《圣经》的观点显然是错的。

---

① 哥革和玛各，《圣经·新约·启示录》中预言的受撒旦迷惑必将作乱的两个民族。——译注

而且伯内特的上帝并不是科学时代之前的那个连续起作用并且创造奇迹的上帝，而是牛顿尊奉的钟表匠，这个上帝创造了物质和物质运作规律，让自然按自身的途径运转。

> 我们认为他（上帝）是一个很好的手艺人，制造出一个发条和齿轮都按照他调试的方式每时规则运转的钟表，而不是制造出一个需要他每小时都用手来运转的钟表。而且假如设定好了一个钟表工作时刻，那么这个时刻一到，钟表就会敲响，而且钟表规则地依照设定运转，到达那个时刻时，钟表便接到一个信号，或发条受到触动，这样全凭钟表自己带动每一个部件。为什么不将这样的钟表看作一件伟大的艺术品呢，难道非要钟表匠预订好时间，再用锤子击打钟表的所有部件不成？

当然，我并不认为从任何现代的角度看，伯内特都是一位科学家。他没有做过实验，没有观察过岩石和化石（虽然他同时代的一些人做过）。他利用一些种“纯”（我们可以说是不切实际的）推理方法，他在写专著时，对无法观察的未来和可以证实的过去，怀有同样的自信。据我所知，除了伊曼努尔·维里柯夫斯基（Immanuel Velikovsky，见文章19），还没有哪个现代的科学家按照他的程序工作——伯内特假设《圣经》是正确的，并且结合物理机制说明《圣经》中事件的发生，就像维里柯夫斯基发明出一种新的行星物理学来维护古代记录中的字面说明一样。

然而，伯内特却没有重要的神学建树，事实上，他因为自己的神圣理论遇到了很大的麻烦。赫里福特的主教以典型的宗教审判的腔调攻击伯内特对理性的依赖，“要么是他的脑因为深爱自己的发明疯狂了，要么是他的心被邪念腐坏了”——这是教会对他名声的败坏。另一个教士批评道：“虽然我们有摩西，然而我相信我们必须等着埃利亚带领我们摆脱用哲学方式探讨创生和大洪水。”（《圣经》中称作以利亚，是他回来宣布弥赛亚的降临——就是说科学不能讨论这些问题，我们必须等待未来

的天启来解决这些问题。）牛津的数学家约翰·基尔认为伯内特的解释是危险的，因为他的解释中鼓励了一种上帝是多余的观念。

尽管如此，伯内特还是风光一时。他当上了威廉三世宫廷的密室牧师。（这个头衔不是指厕所的清洁工，[①] 而是指在皇家聆听忏悔的神父，密室是国王私人祈祷的礼拜堂。）据传说曾考虑他当坎特伯雷大主教的可能继任者。但是伯内特最终走得太远了。1692 年，他出版了一部著作，倡导对创世记的六天作比喻式的解释，尽管他多次道歉说他并非有意犯罪，但他很快失掉了工作。

断送伯内特前程的不是有神论者，而是教条主义者和非理性主义者（在 17 世纪的英格兰，还没有公开的著名无神论者）。一百年之后，同样是他们，使布丰（Buffon）[②] 收回了关于地球历史悠久的理论。又过了 150 年，还是他们，纵容一个傲慢的服过三次刑的罪犯反对约翰·斯科普斯。今天，他们利用对等对待的自由争辩，[③] 试图从全国教科书中取消进化论。

科学确实也出过圈。我们迫害过不同意见者，恪守过教条，并且试图将科学的权威扩展到科学无能为力的道德领域。然而，不把科学和理性约束在适当的范围内，便不能解决我们周围的问题。雅虎们[④]并没有休息。

① 在英文中，密室，closet，又有厕所的意思；牧师，clerk，又有职员、工作人员的意思。——译注

② 布丰（1707—1788），法国大博物学家，与他人合著《自然史》44 卷，另著有《风格论》，提出“风格即人”。——译注

③ 即 20 世纪 70 年代一些特创论者要求在学校课堂以相同的时间讲述进化论与特创论。——译注

④ 英国作家斯威夫特的小说《格列佛游记》中的人形兽，形容人面兽心的人。——译注

18. 均变与灾变

美国《圣经》寄赠协会（The Gideon Society）——那些对汽车国度人的精神予以安慰的人们，在他们对《圣经》的注释中，坚持记下创世的时期为公元前4004年。地质学家却相信我们的地球比这个时限至少古老百万倍——是41亿年至42亿年。

每一项重大的科学成就，都做出过本质上的贡献，使我们摆脱对我们自己宇宙重要性的信奉。天文学认定我们的家园只是缩在由上千亿颗星星组成的银河系中角落的一颗小小的行星；生物学把我们从作为上帝凭想象创造出的尤物位置上赶了下来；地质学使我们认识到地球历史的漫长，并且告诉我们，我们这个物种占据的时间很短。

1975年，我们纪念查尔斯·莱尔逝世100周年，莱尔是公认的地质学革命的英雄——按照最近一位传记作家说法，他是“所有与地质学思想有关的人的镜子”。对于莱尔成就的标准解释是这样的：在19世纪早期，灾变论者统治着地质学，他们是一些神学的辩护者，试图将地质记录压缩到《圣经》编年的框框内。为了这样做，他们设想过去与现在的变化模式极不一致。现在的变化可能是缓慢逐渐的，就像波浪和河水一样，而过去的事件，则是突然剧烈的，否则怎么能符合几千年的解释呢？山脉在一天间隆起，峡谷顷刻裂开，于是，是上帝按照意愿中断了自然规律的作用，同时，解释过去并不属于科学的范畴。洛伦·艾斯利（Loren Eiseley）写道：“（莱尔）进入地质学领域时，它呈现的景象是不可思议的、模糊不清的巨大灾变、洪水、超自然的创生和生命的起源等等。杰出的人物竟然借助神学幻想来说明这些事件的力量。”

1830年，莱尔出版了他的革命性著作《地质学原理》（*Principles of Geology*）第一卷。标准的说法认为，他大胆宣称时间是无限的。由于摆脱了时间的根本限制，他倡导一种“均变论”哲学，均变论使地质学成

为一门科学。自然规律是不变的，有了这么长久的时间，只需利用援引原因的缓慢稳定作用，就能绘制过去世界的全景，现在是理解过去的钥匙。

在科学史的标准解释中，大致都是这样评价莱尔的作用的，这种看法想象力有余，准确性不足。

几个月以前，我找书经过哈佛旧图书馆的堆书处时，发现了有路易斯·阿加西注解的一册莱尔的《地质学原理》（在图书馆中埋藏的东西远比这个世界所梦想的多）。阿加西当时是美国顶尖生物学家和最坚定的灾变论者。假如按照我们有关莱尔成就的标准说法，那么阿加西的旁注中便有难以置信的矛盾。阿加西的铅笔注解中包括了灾变学派的所有标准的批评。这些注解尤其记录了阿加西相信，就是将现在的原因都加到过去的时期，也不能解释过去一些事件的剧烈性。他相信，灾变的观点仍然需要。尽管如此，他像做最后评价那样写道："莱尔先生的《地质学原理》确实是自地质学获得其名称以来这门科学中出现过的最主要的著作。"（我突然想到这也许是阿加西从发表的评论中援引的其他人的评价，但我已经与一些历史学家查阅了文献，我们结论是，他的注解反映的是自己的看法。）

倘若灾变论者是一脸胡子拉碴的人，倘若均变论者戴着银星和白色帽子，而且倘若莱尔是清除城中恶棍的快枪行政官——这是科学史中的摩尼教[①]观点或西部电影场景——那么阿加西的话就是荒谬的，因为一个恶棍怎么能随意奉承赞扬一个行政官呢？不是西部电影错了，就是阿加西疯了。

那么为什么阿加西赞扬莱尔呢？为了回答这个问题，我们必须分析一下莱尔所说的均变论，从而认识到现代地质学实际上融合了莱尔的概念和灾变论者的概念。

查尔斯·莱尔的职业是律师，他的书是由一位律师出版的最出色的著作之一。书中包括精确的文献，锋利的论点，以及"吹毛求疵、鸡蛋

① 摩尼教是3世纪由摩尼创立于波斯的宗教，相信这个世界非善即恶，黑白分明。——译注

里挑骨头和诡计”——这是哈姆雷特在坟地对着挖掘出的律师颅骨，对这个职业的描述。莱尔利用了两个计谋将他的均变论确立为唯一真正的地质学。

首先，他树立了一个稻草人来攻击。到了 1830 年，严肃的科学灾变论者都不再相信灾变中有超自然的原因，也不相信地质的历史为 6000 年。然而，许多外行却依然这样看。这些观点是一些假科学的神学家倡导的。科学的地质学要求击败这些观点，但是在专业内灾变论者和均变论者中已没有人这样看问题了。阿加西赞扬莱尔，是因为他有力地向公众展示地质学的一致性。

后来的人把莱尔的稻草人作为**科学地**反对均变论的确切代表，这不是莱尔的过错。然而 19 世纪所有著名的灾变论者，特别是居维叶（Cuvier）、阿加西、塞治威克（Sedgwick）和莫奇逊（Murchisow），都承认地球的历史悠久，而且他们都探讨过导致过去剧变的自然原因。6000 年的地球年龄确实要求相信剧变，好将地质记录压缩成这么短的时间。不过反过来说则绝对不对，相信灾变论并不等于相信地球的历史才有 6000 年。地球的历史可能是 45 亿年或者 1000 亿年，但造山速度仍可能很快。

事实上灾变论者的思想比莱尔的思想更富经验性。地质记录记下的确实像灾变：岩石断裂、扭曲，整个动物群的灭绝（见文章 16）。为了绕过这些实际现象，莱尔重想象而轻证据。他认为地质记录极不完备，我们必须加上我们看不到但可以合理推出的东西。灾变论者是他们时代的坚定经验论者，不是盲目的神学辩护者。

其次，莱尔的“均变”是各种主张的大杂烩。一是任何科学家，无论灾变论者还是均变论者，都必须接受的方法论观点。其余是已经验证和抛弃的实质性观点。莱尔用一个名字称呼这些观点，从而完成一次欺骗：他试图根据方法论的前提已被接受，而使实质性的观点悄悄溜掉，以免“我们看到古代的猜想精神复归，而且要解开难解之结，与其耐心摸索，不如快刀斩断”。

莱尔的均变概念有四个主要成分，这四个成分差别很大：

1. 自然规律在时间和空间上是恒定的（均变的）。正如约翰·斯图尔

特·穆勒（John Stuart Mill）① 表明的那样，这不是关于这个世界的陈述，这是每个科学家都必须预先做出的方法论主张，以便可以分析过去的事物。假如过去是反复无常的，假如上帝任意干扰自然规律，那么科学便不能揭示历史。阿加西和灾变论者对此并无异议，他们也寻找灾变的自然原因，并且赞同莱尔面对神学的介入所做的基本抵御。

2. 应该援引现在影响地球表面的过程解释过去的事件（时间过程的均变）。只有现在的过程可以直接观察到。因此，假如我们将过去的事件解释为仍然起作用的过程的结果，我们会更有利些。这又不是关于这个世界的观点，这是关于科学程序的陈述。科学家同样对此又无异议。阿加西和灾变论者也看重现在的过程，而且他们赞赏莱尔出色地证明这样的过程可以起到多大的作用。他们有异议的是其他问题，莱尔相信现在的过程足以解释过去，灾变论者则认为虽然现在的过程应该永远受到重视，但是对有些过去的事件则需要从不再起作用或现在非常缓慢起作用的原因中推断。

3. 地质变化是缓慢、逐渐和稳定的，不是剧烈或爆发性的（速度的均变）。这里我们终于遇到一个可以检验的实质性论点——这是阿加西与莱尔之间真正的区别点。现代地质学虽然可能指出莱尔最初完全是凭想象坚持变化的速度接近一致，但他们仍会认为莱尔的观点已经取得了胜利。（例如莱尔没有接受过阿加西提出的冰期理论，莱尔可能不承认冰的量和流动速度在过去有很大的不同。）

4. 地球自形成以来基本一致（外貌的均变）。人们很少讨论过莱尔均变论的这最后的成分。这是一个经验性的观点，而且主要是不正常的经验性观点——而又有谁愿意揭示一位英雄的错误之处呢？然而我相信，这种均变是莱尔观念最核心的部分，是他的地球概念的最中心点。牛顿认为地球无休止地围绕它的恒星转动，地球的历史没有方向。某一时期的地球就是所有时期的地球。难道不能把这种伟大的观点运用到我们行星的地质记录中吗？陆地和海洋会发生变化，但是陆地和海洋随着时间

① 穆勒（1773—1836），英国哲学家、历史学家和经济学家，著有《人类精神现象分析》《不列颠印度史》和《政治经济学原理》等。——译注

发生的变化是均衡的。物种产生又灭亡，但是生物的平均复杂性一直保持不变。细节上的变化无穷无尽，整体上却是恒定的——用现代信息论的行话说，是一种动态稳定状态。

莱尔的观念使他不顾所有证据，提出在最早的化石中可以找到哺乳动物。为了使化石生物显示出的方向性与生命历史的动态恒定观相吻合，他猜想所有的化石记录代表的只是“大年”的部分，“大年”是还会发生的一种巨大的循环，到那时，“巨大的禽龙再次出现在丛林中，鱼龙又出现在海洋中，翼指龙还会穿过茂密的羊齿树林”。

灾变论者坚持的是实实在在的观点。他们在生命史中看到了方向性，并且相信这点。回想起来，他们当时是正确的。

许多地质学家会告诉你们，他们的科学代表了莱尔的均变论对灾变论的完全胜利。莱尔赢得的主要是他的名声，但是现代地质学实际上是两个科学学派的混合——莱尔最初严格的均变论和居维叶、阿加西的科学灾变论。我们接受了莱尔的前两种均变观，灾变论者也接受了。莱尔的第三个均变观要是适当地灵活一点，也是伟大的实质性贡献，他的第四个（也是最重要的）均变观，已经被静悄悄地忘却了。

然而对于莱尔的稳态观还有许多话要说。动态的恒定再加上生命史和地球史的明显方向性，可能是更基本的（地球状态）。但是中世纪的基督教可以将这两种观点纳入它的历史概念中。透过沙特尔教堂的着色玻璃，呈现出来的人类历史是个线性顺序，从教堂的北翼，穿过中堂，到达南翼，构成一个定向的过程：从万物创生，到基督降临，再到一个死者的复活。不过整个体系是一致的，表现出永恒的方向性。《新约》是《旧约》的再现：圣母玛丽亚像一个燃烧的刷子，因为二者都被放入上帝之火中，却都没有烧毁。基督像是耶拿，因为两个人都在死后的第三天又复活了。定向主义和动态平衡并非不相符，而地质学可以试图创造性地将二者综合在一起。

19. 碰撞中的维利柯夫斯基

不久以前，金星从木星上方显露出来，简直可以理解为雅典娜从宙斯的额头出世一样。[①] 之后，金星在形态和运行轨道上就像彗星一样。公元前1500年，在犹太人出埃及时，地球两次经过金星的尾部，引起了赞美和混乱，留下的是来自天堂的吗哪[②]（或者不如说彗尾的碳水化合物）和摩西时期灾难的血河（彗尾的铁）。金星继续变化不定的过程，碰到了（或几乎擦过）火星，失去了尾部，并且弹到它现在的轨道上。而火星则偏离规则的位置，并几乎在公元700年与地球相撞。那些岁月太恐怖了，而且我们有那么强烈的集体欲念要忘却这些事，以致这些事已经在我们头脑的意识中抹去了。然而这些事却潜伏在我们遗传下来的潜意识中，引起恐惧、惊悸、攻击性及其社会表现——战争。

这听起来像是深夜电视中播放的一部非常糟糕的电影，然而，这却是伊曼努尔·维利柯夫斯基在《碰撞中的世界》（*Worlds in Collision*）中认真提出的理论。维利柯夫斯基既不是个怪人，也不是个江湖骗子，虽然他表述过我的观点，引用过我的同行的观点，但他至少是犯了极大的错误。

《碰撞中的世界》发表于25年前（1950年），一直引起很大的争论。书中也提出一系列与纯科学论点沾边的问题。一些学院式学者确实伤害过维利科夫斯基，他们企图阻止出版他的著作。不过一个人不能仅仅因为受到过迫害就可以获得伽利略那样的地位，他还必须是正确的。科学的问题与社会的问题应该分开。而且，时代变了，对异端的处理也变了。

① 雅典娜和宙斯都是希腊传说中的神祇。宙斯是众神之神，雅典娜是手工业、文学、艺术的保护神。传说雅典娜是从宙斯的额头上生出来的。——译注

② 吗哪，古犹太人在荒郊得到的食物。——译注

布鲁诺（Bruno）[1] 被烧死。伽利略看到审讯的刑具后，在家中受到软禁，历尽痛苦。维利科夫斯基则赢得了名望和尊重。托尔克马达（Torquemada）[2] 是邪恶的，维利科夫斯基的学院敌人却是愚蠢的。

维利柯夫斯基的独特观点可能是惊人的，而我则对他的非正统的探讨方法和物理理论更感兴趣。他从一开始便假设在古代编年史中记载的故事来自直接的观察，绝对是真实的——假如《圣经》中记载了太阳不动，那么那时太阳确实没有动（由于金星的牵引，暂时中止了地球的旋转）。然后他试图寻找一些物理的解释，无论是否离奇，使得所有这些故事既相互一致又是真实的。多数科学家的做法却正好相反，他们利用物理可能性的局限，去判断古代的什么传说**可能**真的是准确的。（我在文章17中讲述过与维利科夫斯基的方法相似的最著名科学著作——托马斯·伯内特的《地球的神圣理论》，这书本首次出版于17世纪80年代。）其次，维利科夫斯基清楚地认识到，按照牛顿的宇宙定律，当万有引力控制大型物体的运动时，行星是不应摆动的，所以他提出一种基本上全新的物理学，由电磁力来充当控制大型物体的力。简而言之，维利科夫斯基打算重建天体力学科学，以说明古代传说字面上的正确性。

维利科夫斯基设想出人类历史的剧变理论后，便将他的物理学贯彻到地质时间中，以寻求一种普遍性的物理学。1955年，他发表了地质学论著《激变中的地球》（*Earth in Upheaval*）。他已经围攻过牛顿和现代物理学，这时又来对付查尔斯·莱尔和现代地质学。他推断，仅在过去的3500年间，假如运行不稳的行星两次光顾过我们的地球，那么地球历史的特征应该是灾变，而不是莱尔的均变论所要求的缓慢逐渐的变化。

维利科夫斯基从过去数百年的地质文献中，挑出了灾变事件记录，像洪水、地震、火山喷发、造山运动、大灭绝和气候的激变。发现了这么丰富的事件后，他便寻找共同的原因：

---

① 布鲁诺（1548—1600），文艺复兴时期意大利哲学家、天文学家，宣扬泛神论、人文主义思想和哥白尼的日心说，被宗教裁判所判为异端，处以火刑。——译注

② 托尔克马达（1420—1498），西班牙第一任宗教总裁判官。在他任职期间受火刑而死的约有2000人。——译注

> 动因一定是突然、猛烈的，这种动因还会再起作用，不过间歇期并不恒定，但那一定是巨大的力量。

无疑，他将外部天体的电磁力应用到地球上。他特别提出这些力迅速扰乱地球的旋转——确切地说就是使地球翻转到极端状态，使地极发生转换。维利科夫斯基用渲染的笔触说明伴随地球轴旋转突然改变产生的效应：

> 届时地震会使地球颤动。空气和水由于惯性而不停流动，风暴横扫地球，海洋冲刷大陆……地球越来越热，岩石熔化，火山喷发。岩浆从破裂的裂缝流出，覆盖广阔的领域。平原将出现山脉。

假如是人类叙事者的故事为《碰撞中的世界》提供了证据，那么地质记录本身就足以满足《激变中的地球》。维利科夫斯基的全部论点都基于所阅读的地质文献。我感到，在这方面他做得太大胆太随意了。我的注意力将收在他的一般程序错误上，而不是否认他的科学观点上。

第一，假设形态的相似性反映了事件发生的同时性。维利科夫斯基讨论了在英格兰泥盆纪（3.5亿~4亿年前）形成的老红砂岩化石鱼。他引用了暴死的证据——身体扭曲，缺乏捕食现象，甚至在化石鱼的脸上铭刻了“惊奇与恐惧”的样子。他推断肯定是一些突然的剧变把这些鱼全都消灭了。然而，即使鱼的个体死亡是痛苦的，这些鱼却分布在几百英尺的沉积层中，这么厚的地层需要几百万年以上的沉积才能形成！同样，月亮上的坑凹外表相似，每一个坑都是由小行星的突然碰撞形成的。然而这么多的小行星流入需要几十亿年。而且维利科夫斯基最喜欢的月表的坑凹是通过热熔同时起泡产生的假说，已经被阿波罗登月最终证明是错的。

第二，根据事件影响的巨大而假设事件的突发性。维利科夫斯基生动地描写了数百英尺深的海水曾蒸发形成了更新世巨大的冰床。他可能设想这个过程只是继海水蒸发后普遍冷却的结果：

> 必然有不寻常的事件顺序：海水肯定蒸发，而且汽化的水一定像雪一样落到温带气候纬度内。这种热与冷的发生顺序一定很快。

然而冰川并非一夜之间就能形成。按照地质学的标准看，冰川的形成“很快”，但是就算每年新降的雨水都积累起来，也需要几千年的时间才能形成冰川。无需海洋的蒸发，在加拿大北部依然有大雪。

第三，从地区性剧变推断出世界范围的事件。地质学家都不否认由于洪水、地震或火山喷发产生的**局部**剧变。但是无论从哪个角度看，这些事件都与维利科夫斯基所说的因地轴突然移动引起的全球剧变不相干。维利科夫斯基的多数“例子”，只是将局部事件不恰当地外推为全球性的影响。例如，他书中提出的内布拉斯加玛瑙泉采石场——一个地区性的哺乳动物“墓地”，其中含有大约（据估计）20000 具大型动物的骨骼。但是这么多骨骼的聚集，记录的可能根本就不是一个剧变事件——河流和海洋也可以逐渐聚集大量的骨骼和外壳（我曾经在布满大型贝壳和珊瑚碎片的海滩散过步）。而且，即便是地区性洪水淹死了这些动物，我们还没有证据证明在同时代其他大陆的动物也曾受到打击。

第四，只使用过时的资料。1850 年前，多数地质学家认为，普遍的灾变是地质变化的动因。这些人并不愚蠢，他们提出的观点具有一定的说服力。如果我们只读他们的书，他们的结论似乎是合理的。维利科夫斯基在关于欧洲化石鱼灾变死亡的整个讨论中，仅引述休·米勒（Hugh Miller）1841 年的著作和威廉·巴克兰（William Buckland）1820 年及 1837 年的著作。这些大部头的文献确实有一些值得注意的东西，但确实已经过了上百年。同样，维利科夫斯基关于冰期起源的气象学观点依靠的是约翰·廷德尔（John Tyndall）1883 年的著作。然而，在 20 世纪的地质学圈子里的人很少积极地讨论他们的观点。

第五，随意、不精确和变戏法。《激变中的地球》中尽是小错误和半真半假的话，这些话本身并不重要，但反映出（作者）对待地质文献的态度不认真，或者更简单地说，就是没有理解这些文献。所以，维利科夫斯基提出由于现在没有化石形成，因而攻击均变论关于现在的原因

可以解释过去的假设。曾经在湖床挖掘出古老骨头或在海岸挖掘出贝壳的任何人都会知道维利科夫斯基的观点是荒谬的。同样，维利科夫斯基否认达尔文的渐变论，论据却是“有些生物，如有孔虫类，生存于所有的地质时期，并没有发生进化”。在没有人认真研究这些单细胞生物之前，有人倡导过这种观点，但自从20世纪20年代J. A. 古施曼的大部头描述性著作问世以后，再没有人坚持这种观点了。最后，我们从维利科夫斯基那里了解到火成岩（花岗岩和玄武岩）“其中含有无数活着的生物”，对于我和所有古生物学专业的人来说，这是个新闻。

只有彻底驳斥维利科夫斯基的例证，即将这些例证解释为大陆漂移和板块构造的结果，才能有力地批评维利科夫斯基。但是，在这一点上根本不应该谴责维利科夫斯基。他只不过是这一地质思想中伟大革命的牺牲品，因为许多其他的人也都循规蹈矩地信奉原来珍惜的观点。在《激变中的地球》中，维利科夫斯基比较合理地拒绝选择大陆漂移来解释一些支持他的灾变理论的最重要现象。而且他拒绝大陆漂移的原因后来是地质学家中最常引用的——缺乏大陆运动的机制。现在通过证实洋流的传播，得出了大陆漂移的机制（见文章16和20）。非洲裂谷并不是地球迅速翻转时破裂形成的，它是地球断裂体系中的一部分，是两个地壳板块的连接部。喜马拉雅山并不是由于地球的转向形成的，而是印度板块缓慢冲击亚洲时形成的。太平洋的众多火山，或“一串火”，并不是上次地轴变换时熔化的产物，这些火山是两个板块交接的标志。在极地有珊瑚化石，在南极有煤，在热带南部非洲存在二叠纪冰期的证据。但无需用地球翻转一下来解释所有这一切，只是大陆从不同的气候地区漂移到现在的位置而已。

具有讽刺意味的是，维利科夫斯基要是用板块构造学，而不是用他的地轴移动机制，他不会有这么大的失败，他的灾变论立场大概也完全没有合理的依据。正如沃尔特·沙利文在他最近一部论述大陆漂移的书中所说，对于均变论将过去的事件归因于现在作用的倾向，以及认为这些原因在过去和现在的作用程度没有太大的偏差，板块构造学予以充分的证实。因为板块在今天仍携带着大陆活跃地运动。世界范围的地震带

与火山带、大陆的碰撞、动物群的大规模灭绝（见文章16）等事件的相继发生的全景，可以用这些巨大板块以每年几厘米速度的连续运动来解释。

维利科夫斯基案件生出的最烦人问题是关于科学对公众的影响。一个外行如何判断所谓专家的不同意见？任何具有语言天赋的人，都可以就读者个人经验不足的课题编造出具有说服力的论据。假如你只读《众神之车》（*Chariots of the Gods*），伊文·冯·丹尼肯（Even von Daniken）的话是动听的。我判定《碰撞中的世界》中的历史论据时，不带倾向性。我对天体力学知之甚少，而且不太了解埃及王朝的历史（虽然我听到过专家对维利科夫斯基非正统编年史的咆哮）。我并不愿意认为非专业人士一定是错的。然而当我看到维利科夫斯基如何糟糕地使用我熟悉的资料时，那么我肯定会怀疑他对我不熟悉材料的掌握。但是，一个人既不知道天文学、埃及学，又不知道地质学，他会怎么做呢？尤其当面对一些确实很动听和具有倾向性的假说时，我想，所有的人，都可能为受害者喝彩吗？

我们知道现代科学的许多信念来自非专业人士提出的被视为异端的猜想。而历史能够过滤我们判断中的偏见。我们讴歌非正统的英雄，但是伴随每一个成功的异端，都有一百个挑战流行观点的人被遗忘或消失。你们谁听过艾默尔（Eimer）、居诺特（Cuénot）、特鲁曼（Trueman）或兰（Lang）的名字，他们是面对达尔文主义浪潮的最初的直生论（定向进化）支持者。然而我继续为非专业人士倡导异端加油。不幸的是，我并不认为维利科夫斯基是这个最艰苦游戏中的胜利者。

20. 大陆漂移的确定

当新的达尔文主义正统观念席卷欧洲时，对这一学说最著名的反对者，年迈的胚胎学家卡尔·恩斯特·冯·拜尔（Karl Ernst von Baer），不无讽刺地指出，每一个胜利的理论都经历过三个阶段：第一个阶段是被当作不正确的理论抛弃掉；第二个阶段是被当作与宗教对立的理论否定掉；第三个阶段是被当作教条接受，并且每一个科学家都声称早就认识这个理论的正确性。

我第一次接触到大陆漂移理论时，它正处在第二阶段，受着审判的煎熬。当时，美国知名古生物学家当中唯一敢于公开支持这个理论的肯尼思·卡斯特来到我的母校安蒂奥克学院作讲演。我们并不是顽固的保守主义堡垒，我们多数人完全是出于明智而抛弃了他的思想。（因为我现在正处在冯·拜尔所说的第三个阶段，所以我清楚地记得，卡斯特在我心中播下了实实在在的怀疑的种子。）几年以后，我成为哥伦比亚大学的研究生，我记得，我那出色的地层学教授嘲笑过到澳大利亚看大陆漂移证据的人。他带领一群忠诚的趋炎附势的学生齐声嘲笑。（我现在已处在第三个阶段，再回想这些，虽然有趣，但不爽。）出于对那位教授的尊敬，我必须说明，两年之后，他的观点迅速转变了，并将以后的岁月愉快地用在重新做他的毕生工作上。

今天，只不过才过了10年，我的学生会怀着更多的嘲讽抛弃那些否认大陆漂移说是明确合理的人——具有预言能力的疯子是有趣的，而陈腐的古板家伙只能叫人可怜。为什么在短短的10年就会发生如此深刻的变化呢？

绝大多数科学家坚持认为，或至少在公开情况下提出，在他们的专业中真理的获得是在一种被叫作“科学方法”的不会错的程序指导下，通过积累越来越多的材料。如果真是这样，我的问题就很容易解答。我

们知道，在10年前，事实材料反对大陆漂移说，自那以后，我们增长了见识，又相应地修改了我们的观点。然而，我要指出，这样看问题一般说来是不切实际，就这个案例而言，也是完全不准确的。

在大陆漂移说遭到差不多普遍的抛弃期间，有关大陆漂移的直接证据，即从大陆裸露的岩石所得的材料，像今天一样稀少。之所以抛弃大陆漂移说，是因为没人能提出一个物理机制说明大陆在明显固定的洋底上的流动。由于缺乏合理的机制，大陆漂移说被当作荒谬的观点抛弃了。似乎支持这个学说的材料，也总是被解释后消除。如果这些解释听起来牵强或被迫的话，那倒有可能选择另一个途径——承认大陆漂移。在过去的10年，我们已经收集了一组新的材料，这次是从大洋盆地。利用这些材料，再加上大量的创造性想象，以及对地球内部的更深刻理解，我们设想出一种新的行星动力理论。按照这个板块构造理论，大陆漂移成为一种必然的结果。曾经被完全抛弃的采自大陆岩石的旧材料，又发掘了出来，并被誉为大陆漂移的决定性证据。简而言之，我们现在承认大陆漂移，是因为它符合一种新正统观念的期望。

我把这个故事视为科学进步的典型。在旧的理论指导下，以旧的框架收集的新事实，很少能导致思想的实质改变。事实并不“讲述它们自己”，事实是按照理论解读的。创造性思想，在科学中和在艺术中一样，是改变观念的动力。科学是一项精美的人类活动，并不是机械地、机器人似的收集客观信息，在逻辑律的指导下，产生出必然的解释。我将从关于大陆漂移的“经典”材料中找出两个例子来说明这个论点。在大陆漂移说尚不流行的时候，这两个材料都是要清除的谎言。

1. 古生代后期的冰期。2.4亿年前，冰川覆盖了现在的南部非洲、南极、印度和澳大利亚。如果大陆是稳定的，这种分布带来了难以克服的困难。

A. 南部非洲东部的条痕走向表明，冰川是从现在的大西洋流动到这个大陆的（条痕是岩床上的条纹，是由于冰川经过时在冰川底下与岩石的冻结造成的）。

世界的大洋是单一的系统，来自热带地区的热传递使开放海洋中任何大的部分都保持不冻结。

B. 非洲的冰川覆盖了现在的热带地区。

C. 印度的冰期肯定是在北半球的亚热带地区形成的，而且条痕表明是来自印度洋的热带水域。

D. 北方大陆没有冰川。假如地球冷得都能使热带的非洲结冰，为什么在北方的加拿大和西伯利亚却没有冰川？

如果南部大陆（包括印度）在这个冰期连接在一起的话，而且位置位较靠南，连接着南极，那么这些困难便不存在了。南美的冰川来自非洲，而且不是通过开放的海洋。“热带的”非洲和“亚热带的”印度当时与南极连接一起，北极位于大洋的中部，而且冰川未能在北半球形成。听起来就是大陆漂移，实际上，今天没有人怀疑这点。

2. 寒武纪三叶虫（生活于5亿~6亿年前的化石节肢动物）的分布。寒武纪的欧洲和北美的三叶虫分成两个不同的动物群，按照现在的地图，它们的特定分布如下。“大西洋”区三叶虫，生活在全欧洲，并且生活在远在北美边缘的少数局部地区，例如东部（而不是西部）的纽芬兰和马萨诸塞东南部。“太平洋”区三叶虫生活在整个美国和欧洲最西海岸的少数局部地区，例如苏格兰最北部和挪威的西北部。假如这两个大陆一直相隔3000英里，那就极难理解这样的分布。

但是根据大陆漂移理论，则恰好解决这个问题。在寒武纪时期，欧洲和北美是分离的，大西洋三叶虫生活在欧洲周围的水域，太平洋三叶虫生活在美洲周围的水域。这些大陆（现在含有三叶虫沉积层的地区）然后便相互移动，最终连接在一起。后来，它们再次分开，但并不是严格按照以前相连时的路线，古欧洲的一些零散地区，携带着大西洋三叶虫，留在了北美的最东边，而北美的一些地块吸附在欧洲的最西边。

这两个例子，今天会被广泛用作大陆漂移的“证据”，但在以前的岁月里，被断然抛弃了，并不是因为材料不完备，只是因为没人能提出一个恰当的机制来说明大陆的运行。所有最初的漂移论者都设想大陆如

何通过静止的洋底运行。大陆漂移说之父阿尔弗莱德·魏格纳（Alfred Wegener）在20世纪早期提出，万有引力就可以使大陆运动。例如，大陆之所以缓慢地向西移动，是因为太阳和月亮的引力使大陆升抬，而地球在下面转动。物理学家的反应是轻蔑的，他们用数学表明，万有引力没有那么大的力，不能造成这样巨大的运行。所以，支持魏格纳的南非人阿利克斯·杜·托依特（Alexis du Toit）试图寻找别的办法。他提出，大陆边缘洋底局部地区的放射性熔化，导致大陆滑动。这一假说也没有为魏格纳的设想增加多大的说服力。

因为在缺乏机制的情况下，大陆漂移说显得有些荒谬，所以正统的地质学家便试图把那些使人联想到大陆漂移的证据，解释为一系列无关联的巧合。

1932年，美国著名地质学家贝利·威利斯（Bailey Willis）努力使冰期的证据与静态的地球相符。他借用"地峡连接"来救场，地峡连接是横跨3000英里的断断续续的狭窄陆桥。他认为在巴西东边和非洲西部之间有一个地峡连接，另一个是从非洲经过马达加斯加到印度，第三个是从越南经过婆罗洲和新几内亚到澳大利亚。他的同事，耶鲁的教授查尔斯·舒彻特（Charles Schuchert）在澳大利亚与南极之间加了一条，以及另一条从南极到南美，从而使南部海洋与其他水域之间的隔离有了连接。有了这样的隔离海洋，便可以解释南部地区的冰冻，解释冰川流经南美东部。冰川的冷水还补给了南部非洲的冰川。对位于赤道上方，距南方冰川以北3000英里的印度冰川，则需要另作解释。威利斯写道："无法合理地设想出两大冰川之间有任何直接的关联，这种情况必须根据一种普遍的原因与局部地理及地形情况来考虑。"威利斯的工作就是发明创造：他简单地构想一种地形上升，使热而湿的南方水分成为降雪。针对北半球温带和北极地区缺乏冰，威利斯重建了一个洋流系统，以便他可以假设"在更冷的表面水下，有一种热的潜流向北流，在北极上升为热水加热系统"。舒彻特很高兴地峡连接提供了解决的办法：

全北区了不起的生物地理学家，从北非到巴西有一个陆桥，另

一个从南美到南极（这个陆桥今天仍然存在），还有一个从极地到澳大利亚，并从澳大利亚穿过阿那夫拉海到婆罗洲、苏门答腊等到亚洲，再加上人们已经承认的风向、水流及迁徙鸟沿海架的扩散途径，而且他还有所需的所有可能性来解释生命的扩散，以及根据现在的大陆来排列地质时期的大陆区域和海区。

所有这些陆桥的唯一共同之处，就在于它们都是假设的，任何一个陆桥都没有一点直接的证据。然而，为了不把地峡连接这个萨迦①解读成教条主义者为了支持难以为继的正统观念而编纂得走了样的神仙故事，我要指出，对于威利斯、舒彻特及20世纪30年代的任何思想健全的地质学家来说，有一件事显得比设想数千英里的陆桥还要荒谬十倍，那就是大陆漂移本身。

凭借如此丰富的想象，寒武纪三叶虫已不是不可克服的问题。大西洋和太平洋被解释为环境不同，而不止是地方不同，太平洋是浅海，大西洋是深海。由于可以自由地编造寒武纪洋底几何形状的假说，地质学家绘制着他们的地图，信奉着他们的正统观念。

当大陆漂移说在20世纪60年代开始流行时，来自大陆岩石的经典材料没有起到任何作用，大陆漂移有了新的理论作依托，有了新型的证据作支持。魏格纳学说物理上的荒谬在于他相信洋底阻碍了大陆的漂移。但是怎么能发生漂移呢？洋底是地壳，必定是稳定的。而且地壳向哪里运动？地壳的片段运动难道没有在地球上留下裂开的洞？所有事情并不是很清楚。或者可能是地壳运动吗？

“不可能”通常是由我们的理论来确定的，而不是自然来确定的。革命性的理论带来的就是意想不到。假如大陆必须踏海而行，那么大陆就不会发生漂移。然而设想一下大陆连接在洋壳上，随着洋壳片段的移动而被动地运动。我刚说过地壳运动会留下洞。这里我们走进了一个死胡同，必须凭借创造性的想象才能找到出路，而不是再到阿帕拉契的层

① 萨迦，指中世纪冰岛和挪威历史事件、历史人物、轶事传闻等北欧传说。萨迦式作品指的是英雄传奇和长篇汇叙。——译注

峦中进行一番野外考察——我们必须以完全不同的方式建立地球的模型。

我们用一个比较合理的大胆设想，以便可以避开洞的问题。假如两块海底彼此离开，而地球内部如果产生出的物质填补了空缺，就不会有洞了。我们可以进一步将这个陈述的因果含义倒过来：从地球内部产生的新物质可能是使古海底运动的驱动力。但是因为地球并没有扩大，必定存在古海底沉入地球内部的区域，故而维系了创造与毁灭的平衡。

确实，地表看起来像断裂成不到10个大“板块”，所有边缘由创造（洋脊）狭窄区和毁灭（海沟）狭窄区连接起来。大陆固着在板块上，当洋底从位于洋脊的创造区散开后，大陆便随着板块运动。大陆漂移说不再是因自己的正确而骄傲的理论，它成了我们新的正统观念——板块构造的一个被动结果。

我们现在有了一个变动论的正统观念，这个观念如同所取代的不变论一样确定与不可妥协。这样，支持大陆漂移的经典材料又发掘了出来，并被当作确切的证据。然而这些材料当初在证实大陆变动观时没有起到作用，大陆漂移观只是在成为一种新理论的必然结果时，才取得了胜利。

这种新的正统观念使我们对所有材料的看法都变了。在我们复杂的世界中，没有“纯事实”。大约5年前，古生物学家在南极发现一种化石爬行动物，命名为 *Lystrosaurus*。它曾生活在南部非洲，或许还在南美也生活过（在南美尚未发现相应年代的岩石）。假如谁在威利斯和舒彻特面前说这是个大陆漂移的论据，他可能会遭到痛骂——似乎骂得对。因为今天的南极和南美依然几乎完全由一串岛屿连接着（今天的海平面稍微降低，就可以形成陆桥）。*Lystrosaurus* 可能在这个陆桥上信步漫游，这段旅程并不长。《纽约时报》根据这种观点写过一篇编辑文章，那时大陆漂移说已经被证实了。

我提出的理论更重要的论点可能会使一些读者困惑。这样不会导致教条主义和对事实的不尊重吗？当然会的，但不一定。历史的经验告诉我们，许多理论都会被竞争的理论所抛弃。任何正统观念都不是不可动摇的。即使这样，我也不会因为对板块构造学投入很多情感而悲伤，原因有两个。我的具有文化背景的直觉告诉我，板块构造学基本上是正确

的。我的内心深处告诉我，板块构造学太激动人了，足以表明常规科学比起冯·丹尼肯之流的任何杜撰，比起现在的及过去的那些使人上当受骗的百慕大三角之类的事情，要有趣得多。

第六部分



大小与形状，从教堂到脑，到行星

21. 大小与形状

谁能相信理论中的蚂蚁
图画中的长颈鹿
纵然有上万个博士
又怎能理解树林中一半的生物

约翰·查尔迪（John Ciardi）① 的诗句反映出一种信念，生命丰富的多样性会永远摧毁我们自称无所不知的狂妄。然而无论我们对多样性感到多么高兴，为动物的特异性感到多么欣悦，我们也必须认识到，生物的基本式样存在明显的“规律性”。在生物的大小与形状相关性方面，这种规律性最为明显。

动物是一种物理客体。自然选择使动物具备有一定优势的形状。结果，动物必然具备了最适应大小的形状。许多基本力（如万有引力）的相对强度大小以规则的方式改变，而动物则通过系统地改变形状来做出反应。

空间几何学本身是大小与形状相关性的主要原因。**一般是增大**，当形状保持不变时，任何物体都发生相对表面积的持续增长。之所以发生这样的增长，是因为体积的增长是长度的立方（长 × 长 × 长），而面积的增长只是长的平方（长 × 长）；换句话说，体积增长比面积增长快。

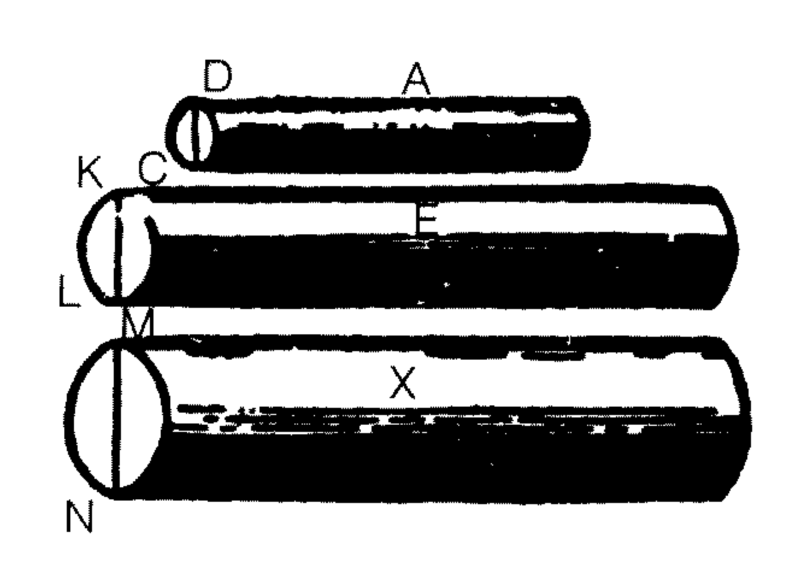
为什么这对动物来说很重要呢？许多依赖于表面积的功能必然对身体的整个体积起作用。消化的食物通过表面进入身体，在呼吸作用中氧是通过表面吸入的，腿骨的强度依赖于骨横截面的面积。但是腿按长度的立方体来支持身体不断增加的重量。伽利略在 1638 年发表的《对话》

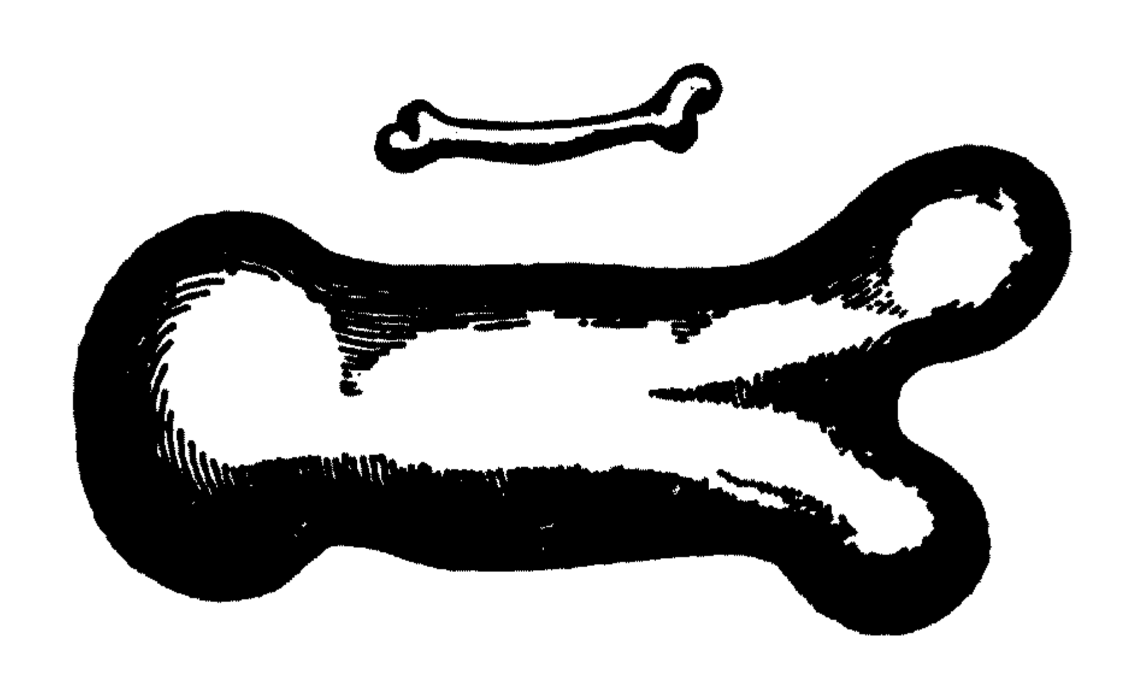
① 查尔迪（1916— ），美国诗人和文艺批评家，翻译过但丁的《神曲》，代表诗作有《其他的天空》。——译注

中，第一次认识到这个原理，他写作这个手稿时，正受到宗教审判的软禁。他认为，大型动物的骨必定厚得不成比例，以提供与小型动物细骨强度相应的力量。

在大型复杂生物的进化中，有一种解决表面积增加的方式特别重要：发展内部器官。肺本质上是为了气体交换而表面回旋丰富的袋；循环系统将物质运送到体内空间，大型动物不可能通过使物质直接扩散，从外表直达这些空间；消化器官不太大，但是绒毛增加了吸收食物的表面积（小的哺乳动物没有绒毛，也不需要绒毛）。

一些简单的动物没有进化的内部器官，假如这些动物变大了，它们就必须以一种剧烈的方式改变整个形状，这种改变是在较长的进化时段内以牺牲动物的可塑性为代价的。因此，一只绦虫可以长达 20 英尺，但厚度不能超过一英寸，因为食物和氧必须从外表面直接渗入到身体的各





伽利略绘画说明的大小与形状的关系。大的圆柱必定比小的圆柱更厚。出于同样的原因，大型动物具有更加厚实的腿骨。

个部分。

还有一些生物也受限于身体太小。昆虫通过外表面的内陷部分呼吸。氧必须通过外表进入整个身体。因此躯体大的话，内陷部分必定非常多而且卷曲，因而，昆虫的大小是有限的。如果一个昆虫的身体大小和最小的哺乳动物差不多，它的身体会“全都内陷”，没有内部器官的空间。

我们的知觉受制于我们身体的大小，我们无法认识到这个世界对小型动物显得多么的不同。因为根据我们较大的身体，我们相对的表面积就小了，所以我们受制于我们体重的万有引力控制。但是，对于表面积与体积比高的小型动物来说，引力可以忽略不计。它们生活在由体表力控制的世界，并以我们的经验全然不知的方式判断周围的惬意与危险。

一只昆虫在爬上墙壁或爬上池塘时，并不是在表演奇迹。表面吸附力很容易抵消万有引力对它的下拉。将一只昆虫从屋顶上扔下，它会轻柔落下，因为作用于它体表的摩擦力减弱了万有引力的影响。

由于万有引力的相对减弱，便存在了另一种增长模式，大型动物不可能保持这种模式。昆虫有一个外骨骼，只有蜕去外骨骼，分泌出一个与增大的身体相配的新外骨骼才能生长。在蜕皮与再生长期间，身体肯定是柔软的。大型动物若没有支撑的结构，在万有引力的影响下，就会变成杂乱的一堆肉泥；小的昆虫则可以保持身体的亲和（相关的龙虾和螃蟹可以长得更大一些，因为它们在几乎失重的水中度过“软体”阶段）。这是昆虫个小的另外一个原因。

恐怖片和科幻片的创作者们似乎并没有认识到身体大小与形状之间的关系。这些“可能性的拓展者们”不能摆脱他们知觉上的偏见。《库克罗普斯博士》（*Dr. Cyclops*）、《弗兰根斯坦的新娘》（*The Bride of Frankenstein*）、《难以置信的收缩人》（*The Incredible Shrinking Man*）和《奇妙的旅行》（*Fantastic Voyage*）中的小型人的行为像是正常身体行为的翻版。他们怦然落下悬崖或楼梯，他们挥动武器，他们像奥林匹克运动员一样敏捷地游泳。电影中的昆虫大得难以名状，却继续爬上墙，或体大如恐龙，却能飞行。当《它们》（*Them*）中善良的昆虫学家发现巨大的蚁后们飞出去参加它们的婚礼时，他很快计算出这一简单的比例关系：

一只正常蚂蚁长一英寸，可以飞行几百英尺；这些蚂蚁有几英尺长，能飞行1000英里。喔，它们能（从美国东部）飞到遥远的洛杉矶！（待在哪里？它们可能待在下水道中。）但是飞行的能力依赖于翅的表面积，而且在空中飞翅按立方增加必须负荷的重量。我们可以确信，巨大的蚂蚁就是克服了呼吸和蜕皮生长的问题，巨大的身体也会使它们永远待在地上。

生物其他的特征，随身体大小增长的变化要比随体表面积与体积比增长的变化迅速。在一些情况中，动能按长度（高度）的5次方增加。假如比你矮一半的小孩摔倒，他的头并不是按你头的动能的一半碰到地，而是按你头的动能的1/32碰到地。小孩更多是受身体大小的保护，而不是受"软的"头的保护。我们发脾气时产生的物理力也相应要大得多，但小孩发脾气时产生的物理力仅为我们聚集的物理力的1/32，而不是一半。我一直特别同情瓦格纳（Wagner）[1]的歌剧《尼伯龙根的指环》（*Das Rheingold*）中可怜的侏儒们。他们遭到残忍的阿尔布里克的鞭打。他们身材矮小，虽然非常勤奋，不懈努力，但使用细小的棍子，根本无法挖出阿尔布里克所要的贵重矿物。[2]

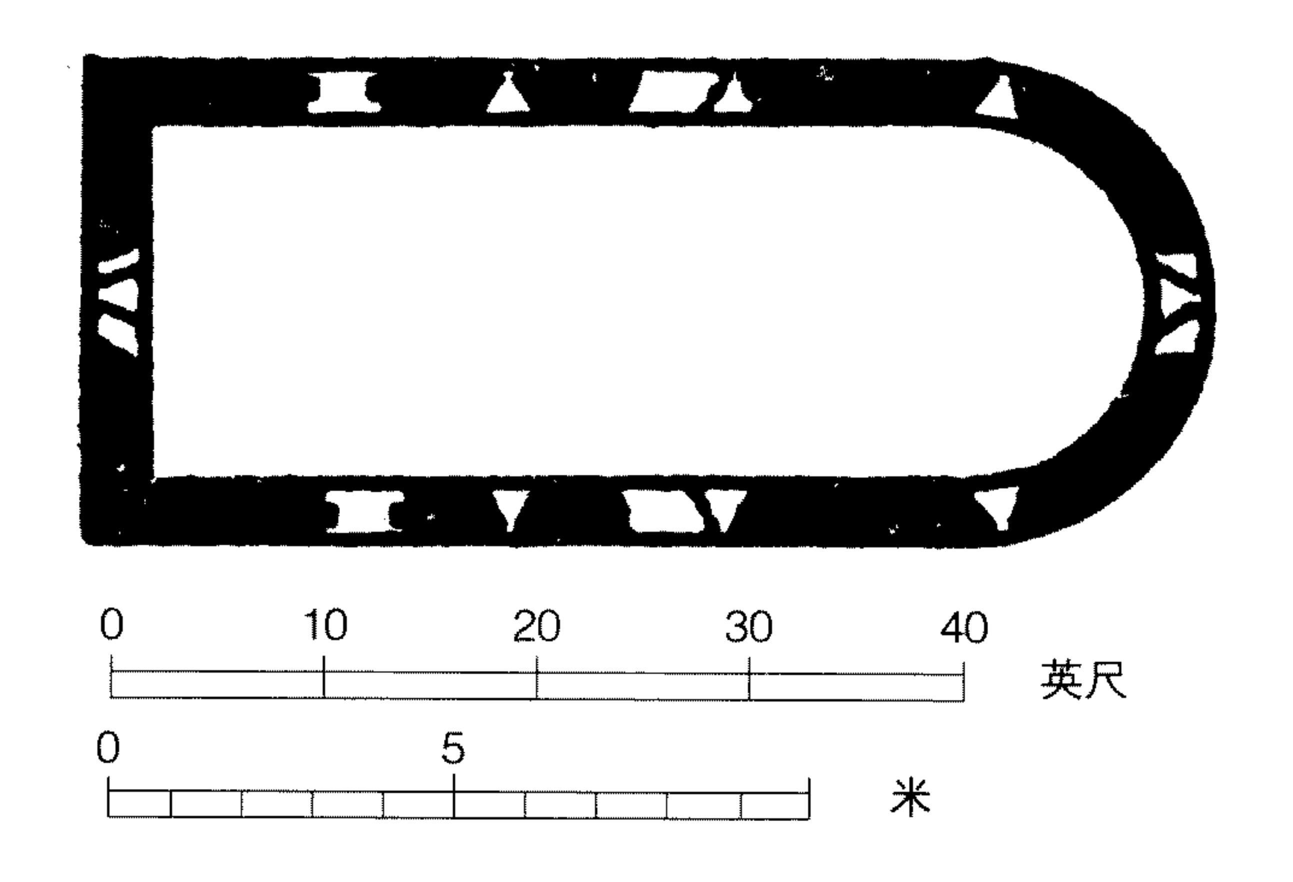
这个区别衡量身体大小增加的简单原则，可能是生物形状最重要的决定因素。J. B. S. 霍尔丹曾经写道："比较解剖学所讲述的，主要是生物为按照体积比增加表面积而斗争的故事。"然而这一普遍性不仅适用于生命。空间几何学约束着船只、房屋、机器，当然还有动物。

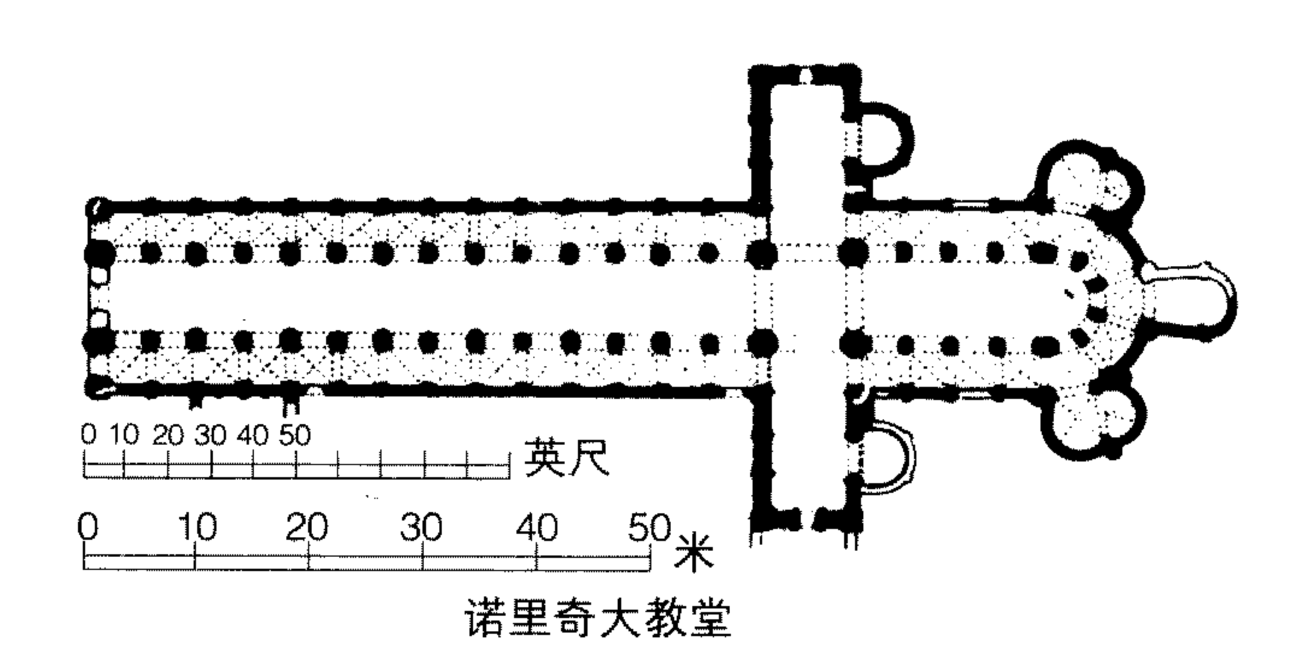
中世纪的教堂是检验大小与形状效果的很好例证，因为在没有发明可以使现代建筑家挑战大小定律的钢制支架、内部照明和空调等之前，中世纪的教堂已经建造得很大。英国艾塞克斯郡（Essex）12世纪的小泰教堂（Little Tey）是宽敞而简单的正方形、具有半圆拱顶配房的建筑。光线透过外墙上的窗子进入里面。假如我们就按这个式样放大，去建造一个主教堂，那么外墙和窗将按长度的平方增加，这样，要使光线肯定

---

① 瓦格纳（1813—1883），德国作曲家，主要作品是歌剧，著名的有《漂泊的荷兰人》《纽伦堡名歌手》和《尼伯龙根的指环》等。——译注

② 一位朋友曾经指出，阿尔布里克本人也不大，使用鞭子时用的力比我们的力小得多，因此对他的下属来说，事情可能不那么糟。——原注





诺里奇大教堂

中世纪教堂的式样部分是由于大小的限制。英格兰艾塞克斯郡的小泰教区教堂建于12世纪，只有57英尺长，平面和顶部比较简单（上图），而同样是12世纪的建造的诺里奇大教堂（下图）长达450英尺，它的耳堂和配房都是适应这种大小的建筑，光线和支撑的需要决定了大教堂复杂的式样。

（A. W. 克拉彭，《英国浪漫式建筑：征服英国后》，牛津克拉伦顿出版社，1934，经牛津大学出版社同意引用）

照到里面的话，体积就要按长度的立方增加。换一种说法，窗面积的增加小于需要照明的体积增加。蜡烛的使用有限，这样一个教堂的内部要比犹大的行为还黑。中世纪的教堂像绦虫一样，缺乏内部系统，而且随着空间增大，必须改变外形，留出更多的外表面。此外，大型教堂不得不相应狭窄，因为房顶是用石头做的拱顶，没有内部的支撑，不可能有

宽一些的房顶。葡萄牙巴塔哈（Batalha）的牧师会礼堂是中世纪最宽的石拱建筑之一，在建造中两次塌落，最后由死刑犯建成。

看一下20世纪出现的诺里奇大型主教堂。与小泰教堂相比，它的中堂的四方形变得更狭窄了，小礼拜堂增加了半圈形配房，而且有一个耳堂垂直于中轴。所有这些“适应”增加了外墙及窗与内部空间的比。通常认为增加左右耳堂为的是形成一个拉丁十字形状。神学的驱动力可能需要这样的“外突”，但是大小的规律要求它们的存在。小型教堂差不多都没有耳堂。中世纪的建筑家有他们的经验规则，但是，就我们所知，他们没有关于大小律的明确知识。

大型生物，就像大型教堂一样，选择的余地很小。大到一定程度，大型陆生动物的外形便差得不多了，它们有厚实的腿，相对短而结实的身体。中世纪大型教堂相对较长，并且有大量外突。内部器官的“发明”使动物保持了外表简单、内部含有大量空间的成功形状，内部照明和结构钢架的发明，使现代建筑家设计出本质上立方体形状的大型建筑。限制拓宽了，然而规则仍然有效。大型的哥特式教堂没有宽超过长的，大型的动物没有像猎犬那样中部下陷的。

我曾经在纽约运动场听过孩子们的聊天。两个女孩子在谈论狗的大小。一个问：“狗能像大象那么大吗？”她的朋友回答：“不能，要是狗像大象那么大，它看起来就像大象了。”她说得太对了。

22. 估量人类的智力

A. 人类的身体

朱利安·赫胥黎曾经提到，“大小本身就是迷人的”。我们的动物园中收养了大象、河马、长颈鹿和大猩猩，你们有谁不为《金刚》（*King Kong*）[①] 在高楼顶上的各种搏斗喝彩？这种对少数比我们要大的动物的关注曲解了关于我们身体大小的概念。多数人认为智人种（*Homo sapiens*）是唯一体形最适中的生物。事实上，人类属于地球上的大型动物，99%的动物比我们小。在我们所属的哺乳动物灵长目的190个物种中，只有大猩猩的平均大小超过我们。

我们自定的角色是这颗行星的统治者，我们极有兴趣列举使我们获得这种优越地位的特征。经常援引的有：我们的脑，直立姿势，讲话的发展以及集体狩猎（提到的只是少数）。但我一直很惊讶，很少有人认识到我们的大型身体是我们进化进步中的控制因素。

尽管在一些圈子里，并没有对自我意识的智力给予大的名声，但智力确实是我们达到现在状况的必要条件。如果我们的身体很小的话，还能进化出这样的智力吗？1964年的一天，我进入纽约世界博览会自由企业展厅避雨。这个厅里标志牌的主要部分是一个蚁群，上面写着：“两千万年来进化停滞，为什么，因为蚁群是社会主义和极权主义的体制。”这句话无需认真关注。不过，我应当指出，蚂蚁已做得相当出色，只是由于它们的身体，不是由于它们的社会结构妨碍它们具有高度的心智能力。

在这个晶体管时代，我们可以将收音机放在表壳里，将电话装在很

---

① 《金刚》是美国1933年的一部幻想影片，其中有庞大的怪物站在帝国大厦顶端用双手与飞机搏斗的场面。——译注

小的电子盒中，这种微型化会使我们错误地相信，绝对大小与复杂装置的运作无关。但是，大自然并不会使神经元（或其他此类细胞）变小。生物细胞大小的差异幅度比身体大小的差异幅度小得多。小型动物的细胞数量远远少于大型动物。人类大脑含有几十亿个神经元；一只蚂蚁受身体小的限制，神经元的数目要少数百倍。

应当明确人类脑的大小与智力之间并没有一定的关系〔阿纳托尔·法朗士（Anatole France）[①] 的脑容量小于1000毫升，奥利弗·克伦威尔（Oliver Cromwell）[②] 的脑容量超过2000毫升，这是人们常引的例子〕。但是不能扩展到物种之间看待这种差异，当然从蚂蚁与人类的脑大小差异幅度上也不能看到这样的差异。一个有效的计算机需要几十亿条线路，而一只蚂蚁根本就不能容纳这么多，因为细胞大小的相对恒定，要求脑小包含的神经元就少。因此，我们大的身体成为自我意识智力的先决条件。

我们可以提供更有效的论据，宣称人类这样的大小恰好行使他们的功能。F. W. 温特（F. W. Went）在一篇有趣并引起争论的文章中（《美国科学家》，*American Scientist*，1968），探讨了人类如果像蚂蚁那么大（假如我们克服了——而我们不可能克服——智力和脑小的问题），那么人类的生命就不可能成为我们知道的那样。因为当一个物体变大时，重量的增加要比表面积的增加快得多。小型动物有很高的表面积与体积比，它们生活在受表面力主宰的世界，而表面力对我们的影响很小（见前面的那篇文章）。

一个像蚂蚁那么小的人可能也穿衣，但表面吸附力会使它无法移动。水滴大小的限制使这个微体人无法淋浴，每一个水滴可能会以鹅卵石的力量落到他身上。假如人类中的微体人身上湿了并试图用手巾擦干，他为此将干上一生。他不能挤出水，不能点着火（因为稳定的火焰肯定达

① 法朗士（1844—1924），法国小说家、文艺评论家，1921年获诺贝尔文学奖，主要作品有《希尔维特·波纳尔的罪行》、《现代史话》等。——译注

② 克伦威尔（1599—1658），英国政治家，独立派领袖，内战时率领国会军战胜了王党军队，处死国王查理一世，成立共和国，任英格兰、苏格兰和爱尔兰护国公（1653—658）。——译注

几毫米高)。他可以将金箔敲打得非常薄，做出一本适合他大小的书，但是表面吸附力将阻碍他翻页。

我们的技能和行为与我们身体的大小非常合适。我们不能比我们现在再高出两倍，那样的话，倒下的动能将增大16至32倍，而我们的净重(增加了8倍)会远远超过我们两条腿可以支撑的程度。人类中2.4米到2.8米的巨人或是早夭，或是很早因为关节或骨骼疾病而跛足。如果我们的身体再小一半，我们将没有足够的力量使用棍棒猎捕大型动物(因为动能会减少到1/16至1/32)；我们没有足够的力量使用矛和弓箭，我们无法用原始的工具劈开木头，或用镐和凿子采矿。因为这些都是我们历史发展的本质活动，所以我们必然认为我们进化的途径只有由与我们身体大小接近的生物来完成。我并不是认为我们拥有世界上可能最好的特征，只是认为我们身体的大小制约着我们的活动，而且在很大程度上定型了我们的进化。

B. 人类的大脑

人类脑的平均重量为1300克(45.5盎司)。为了容纳这样大的脑，我们有了与其他大型哺乳动物不同的圆球状的头。我们能根据脑的大小衡量优越性吗?

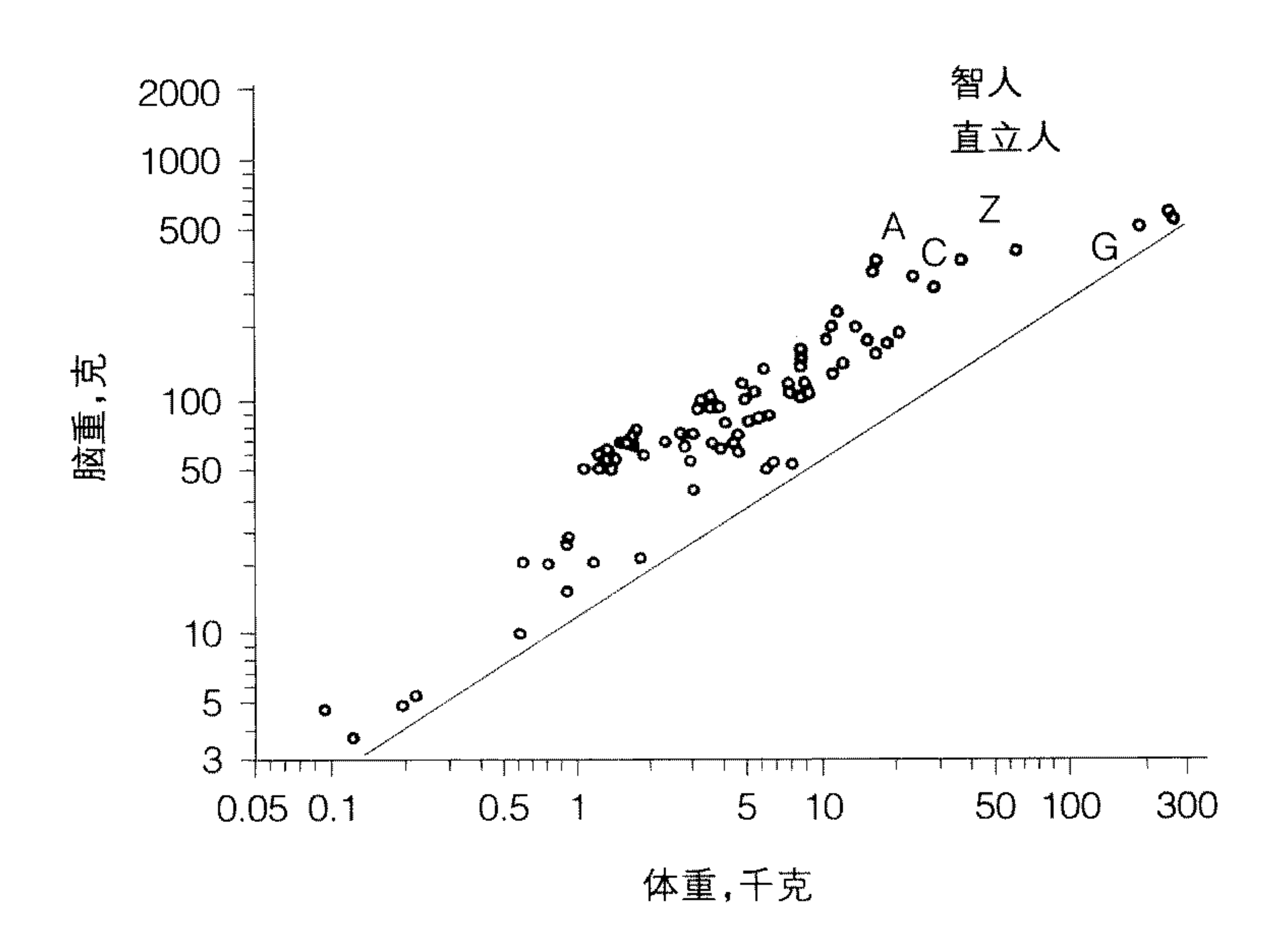
大象和鲸的脑比我们的大，但是这一事实并不表明最大的哺乳动物才有出色的心智能力。大的身体需要大的脑去协调行为。我们必须找到办法去掉计算中依据身体大小带来的疑惑影响。简单计算脑重与体重比显然是无效的。许多小型动物通常有比人更高的(脑/体)比，即小型动物单位体重的脑重更大。脑不随身体增大而增加，但脑以**很慢的速度**增加。

假如我们将所有成体哺乳动物的脑重与体重画成图表，我们便会发现脑重的增加速度是体重增加速度的2/3。因为表面积的增加速度也是体重增加速度的2/3，于是我们猜测脑重不受体重的控制，而是受作为神经分布端点的表面积的控制。这意味着大型动物可能有比人类绝对大

的脑（因为它们的身体更大），而小型动物通常有比人类相对大的脑（因为身体大小减少的速度快于脑减少的速度）。

一个成体哺乳动物脑重与体重的图表，为我们指出了走出自相矛盾的途径。正常的标准既不是绝对脑的大小，也不是相对脑的大小，而是一定身体条件下实际脑大小与期望脑大小的差异。为了判断我们的脑的大小，我们必须将我们的脑与具备我们体重的平均哺乳动物期望脑的大小作比较。根据这个标准，我们正是（如同我们正确期望的那样）脑最发达的哺乳动物。没有哪个物种像我们这样远远高于平均哺乳动物脑大小期望值。

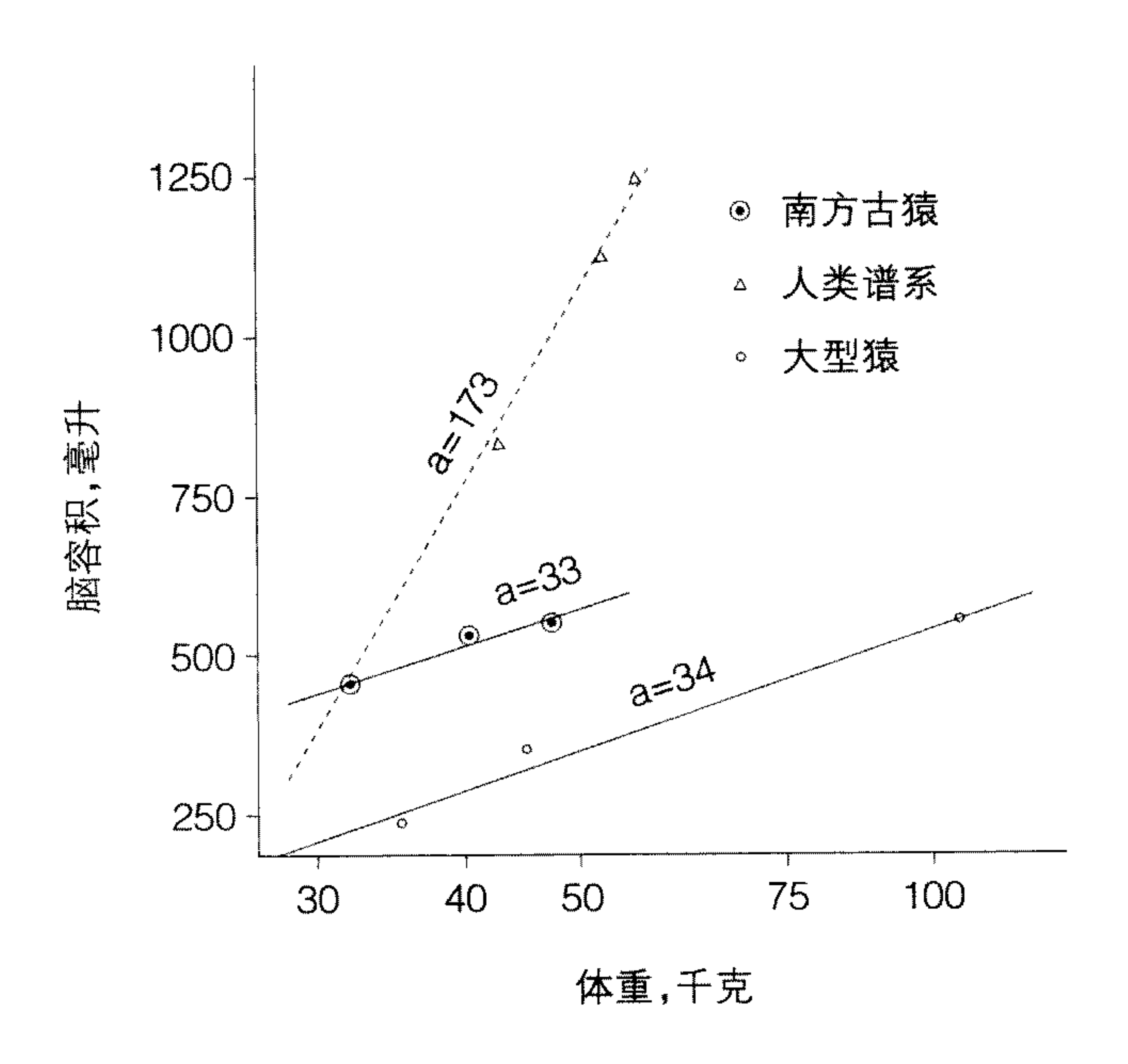
这一体重与脑大小的关系，使我们对于我们自身的脑进化有了更重



评估我们脑大小优越性的正常标准。直线代表所有一般哺乳动物脑重与体重的平均关系。脑大小优势由斜线上看的偏差来衡量（即，比同样体重的平均哺乳动物“更多的”脑）。不相连的圆代表灵长类（都有比平均哺乳动物大的脑）。C 是黑猩猩，G 是大猩猩，A 是化石人科动物南方古猿；直立的包括直立人（爪哇人和北京猿人），智人包括现代智人。我们的脑在所有哺乳动物中偏差位置最高。（S. 斯杉里《灵长类古生物学研究·灵长类文丛》第 5 卷，1975 年，267 页）

要的了解。我们的非洲祖先（或至少是近亲）南方古猿阿法种脑容量为450毫升。大猩猩的脑通常更大，许多权威用这个事实推断南方古猿具有明显的前人类心智。一本近期的教科书写道："最初在南部非洲的双足类人猿的脑并不比其他猿大，但据推测却有更复杂的行为能力。"但是南方古猿阿法种只有50至90磅（分别为雌性与雄性的重量，这是耶鲁大学人类学家戴维·皮尔比姆的估计），而大型雄性大猩猩体重可超过600磅。利用比较实际体重期望值这一正确标准，我们可以有把握地指出，南方古猿的脑比其他非人科灵长类大得多。

现在人的脑比南方古猿的大三倍。这一增长通常被称作进化史上最



人类脑大小的进化增长（虚线）。四个三角代表大概的进化顺序：南方古猿阿法种 ER－1470（理查德·利基新近的发现，颅容略小于800毫升）、直立人（北京猿人）以及智人。在计算过的进化顺序中，这条线的斜率最高。两条直线代表南方古猿（上边那条）和大型猿（下边那条）脑大小的最常见程度。（"人类进化中的大小与程度"，戴维·皮尔比姆与斯蒂芬·J. 古尔德《科学》186卷，892—901页，图二，1974年12月6日。1974年美国科学促进协会出版）

迅速最重要的事件，但是我们的身体已经极大地增加了。脑的增大只是身体增加的简单结果吗？或这样大的脑是新的智力水平的标志吗？

为了回答这个问题，我绘制了下列化石类人猿（或许代表了我们的谱系）的颅容（对照根据推测的体重）：南方古猿阿法种，理查德·利基的著名发现（颅容将近800毫升）和一个2000万年前的古猿（戴维·皮尔比姆根据股骨推测出的体重），周口店的直立人（北京猿人），以及现在的现代智人（*Homo sapiens*）。这个图表显示，比起任何根据身体大小的代偿所做的预测，我们的脑增长要迅速得多，而且这个结论的确加强了一种我们应该消除的自负。然而，我们的脑确实经历了与大型身体的要求无关的一种增大，我们的确比过去聪明了。

23. 脊椎动物脑的历史

大自然极为勉强地隐藏了她过去的秘密。我们古生物学家根据沉积岩不完整序列中保存的残缺化石碎片，来编织我们的故事。多数化石哺乳动物仅仅是根据牙齿（我们身体中最硬的物质）和少量散乱的骨骼来了解的。一位著名古生物学家曾经谈到，从化石所知的哺乳动物历史，就是从牙齿化石的特征推演其后代牙齿特征的细微变化。

极少保存下来的软体部分令我们欣喜，像冻在冰中的猛犸或作为炭化影像保存在页岩床上的昆虫翅。然而，我们关于化石软体解剖的多数信息并不来自这类少数偶尔保存下来的东西，通常来自保存在骨骼中的证据——肌肉嵌痕或神经通过的洞眼。幸运的是，脑在包裹的骨骼上留下了印痕。当一个脊椎动物死去，它的脑便很快腐烂，但产生的空洞会被沉积岩填充，硬的沉积岩制出一个自然的石膏模型。这个模型不能保存脑的任何内部结构，但保存下来脑的大小及外表与原来的完全一样。

不幸的是，我们不能简单使用化石模型的容积对动物的智力做出可信的衡量。古生物学绝没有那么容易。我们必须考虑两个问题。

首先，脑的大小意味着什么？与智力相关吗？尚无证据表明在一个物种内智力与脑大小正常变化的幅度有任何关系（功能完全的人的脑容积从1000毫升到2000毫升不等）。然而，同一物种中个体的差异与不同物种间的平均差异不是同一现象。例如，我们肯定认为，人脑与金枪鱼脑的大小的平均差异涉及有意义的智力概念。那么，古生物学家又能做什么呢？我们必须根据我们有什么才能去做什么，我们有的主要是脑的大小的信息。

其次，决定脑大小的并不是心智能力，而是身体的大小。大的脑反映出的只是大型的身体需要有大型的脑。而且脑的大小与身体大小的关系并不简单（见前面的那篇文章）。随着动物身体变大，脑的大小以缓慢的速

度增加。小型动物则有相对大的脑，即它们的脑重与体重比略高一些。我们必须找到一些办法消除身体大小的影响。通过用图表做出脑重与体重关系的等式可以做到这一点。

比如我们研究哺乳动物。我们把所能得到的许多不同物种成体的平均脑重与体重编辑出一个清单。这些物种在我们的图表上以点显示，符合这些点的等式表明，脑重增加的速度是体重增加速度的2/3。然后，我们比较给定物种的脑重与体重相同的哺乳动物“平均”脑重。这样的比较消除了身体大小的影响。例如，黑猩猩的平均脑重为395克。根据我们的等式，同样体重的哺乳动物的平均脑重应该为152克。因此，黑猩猩的脑比它应该的重量重（395/152）2.6倍。我们可以将实际脑大小与期望脑大小的比称为“脑形成商”，大于1的值表示比平均脑大，小于1的值表示比平均脑小。

但是这种方法给古生物学家带来了别的困难。我们必须既估计体重又估计脑重。完整的骨架很少见，一般的估计只是通过少量的骨骼做出的。难上加难的是，只有鸟类和哺乳动物的脑完全充满体腔。在这些类群中，颅模型完全再造了脑的大小与形状。但是鱼、两栖类和爬行类的脑只占部分颅腔，石化的模子要比实际的脑大。我们必须对活体脑占模子的多大部分进行估计。不过，虽然困难较多，设想和估计量又过大，但我们还是能够推想，甚至证明，脊椎动物脑大小进化中的连贯而隐秘的故事。

加利福尼亚心理学家哈里·J. 杰里森（Harry J. Jerison）最近在一本名为《脑与智力的进化》（*The Evolution of the Brain and Intelligence*，纽约，学院出版社，1973）的书中列举了许多证据，其中有不少是他自己十几年来收集的。

杰里森的主要论题是攻击一种常识，即认为可以将脊椎动物排列成从鱼经过两栖类、爬行类和鸟类阶段，再到哺乳动物的完美阶梯。杰里森喜欢使用功能论的观点，将脑重与生命模式的特定需要联系起来，而不是与进化过程中任何预定的内在增长趋势联系起来。现代脊椎动物中只填补了两个区域的“脑一体空白”：一类是由热血脊椎动物（鸟和哺

乳动物)，另一类是由冷血动物（鱼、两栖类和现代爬行类）。（鲨鱼是这一基本规律的唯一例外，它们的脑太大，对于这些被当作“原始的”鱼来说，令人惊奇，而且超过了一些后来出现的鱼。）确实，热血动物比起身体大小相同的冷血动物来，脑要大得多，但是不存在向着更高状态的稳定进步，只存在脑的大小与基本生理的相关性。事实上，杰里森相信，哺乳动物进化出大的脑，以适应最初作为小型动物在恐龙统治的世界外围竞争所需的特殊功能。他认为最初的哺乳动物在夜间活动，它们需要较大的脑将获得的听觉和嗅觉转换成空间图像，而这对于日光下活动的动物来说，仅凭视觉便能分辨出。

杰里森按照这个框架提供了许多引人入胜的趣闻。我不愿意驳斥人们公认并令人欣悦的教条，但是我必须指出，恐龙的脑并不小，它们的脑恰好是它们作为巨型爬行动物应有的那么大。我们不能期望雷龙有更大的脑，因为大型动物的脑相对较小，而且爬行动物在任何体重级别上，都比哺乳动物的脑小。

现代冷血脊椎动物与热血脊椎动物之间的空缺被中间类型的化石形态填补了。我们根据五个标本知道了最早的鸟——始祖鸟，其中一个标本有保存良好的脑铸模。这种具有羽毛和爬行类牙的中间类型，它的脑在图表上正好位于现代爬行类与鸟类中间未被填补的区域。恐龙灭绝后，进化很快的原始哺乳动物的脑的大小介于相应重量的爬行类和现代哺乳类的脑之间。

通过追踪脑增长产生的某一种反馈，我们甚至开始可以理解脑大小进化增长的机制。杰里森计算了食肉类的脑形成商，这些食肉动物大概捕食四种不同类群的有蹄类食草动物：第三纪早期的“原始”哺乳类（通常认为第三纪是“哺乳动物时代”，代表 7000 万年前以后的地球历史），第三纪早期的高级哺乳类，第三纪中后期哺乳类，以及现代的哺乳类。记住脑形成商 1.0 指的是现在哺乳类期望脑的平均大小。

食草动物和食肉动物在进化中都表现出脑的持续增长，不过在每一个阶段，食肉动物的脑增长总是领先于食草动物。依靠快速捕捉奔跑的被捕者而生的动物，比食草动物需要更大的脑。而且，随着食草动物脑

	食草动物	食肉动物
第三纪早期（原始的）	0.18	0.44
第三纪早期（高级）	0.38	0.61
第三纪中后期	0.63	0.76
现代的	0.95	1.10

的变大（大概是因为食肉捕食者施加的强烈选择压力），食肉动物也进化出更大的脑，以维持差异。

南美是检验这个观点的天然实验室。几百万年前，在巴拿马地峡形成之前，南美是个隔离的岛式大陆。高级食肉动物从未到过这个大陆，捕食者是脑形成商很小的有袋类食肉动物。这里食草动物的脑并不随时间增长。在整个第三纪，食草动物的平均脑形成商一直低于0.5，所以当高级食肉动物从北美越过地峡时，这些原产的食草动物很快就被消灭了。从而再一次说明，脑的大小是对生命模式的功能适应，而不是具有固定增长趋势的定量单位。当我们要举例说明一种脑的增长时，我们可以将脑增长与生态角色的特定要求联系起来。这样，我们便不应该对“原始的”鲨有这样大的脑感到惊讶了。总的说来，鲨是海洋中最棒的食肉者。脑的大小反映的是生命的模式，而不是进化起源的时间。同样，像翼龙和霸王龙这样的食肉恐龙，比雷龙这样的食草恐龙有更大的脑。

但是我们的自身优越性怎样呢？脊椎动物的历史表明了为什么一个特殊的物种就该这样聪明吗？不该这样想。最古老的灵长类脑的铸模化石属于5500万年前的一种恐猴（名字是 *Tetonius homunculus*），杰里森计算它的脑形成商为0.68。这个量确实只相当于同样体重的**现存**哺乳动物平均脑大小的2/3，但却是那时最大的脑了（根据常用的对体重的修正标准）。事实上，它比当时平均哺乳动物的脑大三倍。灵长类从一开始就走到了前面，我们大的脑不过是在哺乳动物时代开始时建立的模式的扩大。但是为什么人类这样的大脑是从一组小的、原始的树栖哺乳动物（如老鼠和鼩鼱）进化而来，而不是从习惯所认为的高级哺乳动物进化而来呢？我用这个有争议的问题作为结束，因为我根本就不知道我们能提出的最主要问题中任何一个问题的答案。

24. 行星的大小与行星的表面

查尔斯·莱尔用明确的话表述了他那地质学革命的指导性概念。1829年，他在给同事及科学上的反对者罗德里克·莫奇逊的信中写道：

> 我的工作……将致力于在这门科学（指地质学）中建立**推理的原则**……（这门科学）从我们可以回溯的过去到现在**根本没有持续连贯的因果性**，有的只是某一时期起作用的因果性。起作用的原因无论在任何时期绝对没有能量程度上的差别。

这种变化速度是缓慢、稳定、本质上均变的学说，对19世纪的思想有深刻的影响。达尔文30年后采用了这个学说，而且古生物学中一直在探讨化石记录中缓慢和稳定的案例。但是莱尔对逐渐变化的偏爱源自何处呢？

所有普遍性的概括都有复杂的根源。部分原因是，莱尔只不过在自然中“发现”了他自己的政治倾向性——假如地球表现出的变化一定是缓慢逐渐的，负荷着过去事件的重负，那么自由主义者面对社会动荡的加剧将会感到安慰。然而，自然不仅是一个空旷的舞台，使科学家可以展示他们先验的嗜好，自然也会说不。许多定型我们行星表面的力量确实是缓慢而连续的。莱尔可以测量河底淤泥的积累和山坡的逐渐的冲蚀。莱尔的逐渐论（在他的系统陈述中过分极端了）表明了地球史的大部分情况。

我们所在的行星的主要形成过程是由于我的同事弗兰克·普雷斯（Frank Press）和雷蒙德·西弗（Raymond Siever）称作地球的外热发动机和内热发动机的作用。我们的太阳推动着外部发动机，但其影响有赖于地球的大气层。普雷斯和西弗写道：

> 太阳能驱动大气形成复杂的风型，并驱动海洋以与大气相应的形式循环。海洋、大气中的水和气与固体地表进行化学反应，并且把物质从一个地方物理地移到另一个地方。

这些过程大部分以经典的莱尔式方式逐渐进行，所造成的大的结果是由于微小变化的积累。流水冲刷大地，荒原变成沙丘，波浪吞没海岸，海水卷走沙石。

放射性衰变产生的热推动着内部发动机。所造成的结果，例如地震和火山喷发，以其突然和剧变使我们震惊。虽然只不过十几年前才发现这些事件基本过程的根源，但这也足以令莱尔含笑九泉。内部的热使地表运动，并以每年几厘米的速度移动大陆。这一逐渐的运动，延续了2亿年，已经将单一的泛大陆陆地分割成现在广泛分散的大陆。

然而，我们的地球在太阳系的内行星（水星、火星和我们的月亮）中绝对是个异类。（我没有包括金星，因为我们对金星的表面毫无所知。只有一个俄国探测器成功地穿过了金星致密的大气层，但只送回两张模糊不清的照片。我也没有包括木星及其他外周的大型行星，它们比内行星大得多，而且不太致密，属于不同的宇宙体类型。）无论先验的偏爱多么强，也没有哪个地质学家倡导地球及内行星表面都是均变的学说。

火星、水星和我们的月亮上布满了小行星碰撞形成的坑。事实上，水星表面坑凹相叠。月亮的表面被划分为两个大区：致密坑的高地与稀疏坑的阴暗区（玄武熔岩构成的“海”）。莱尔主义的逐渐论可以应用到我们的地球，却不能描述我们邻近行星的历史。

例如看一下月亮的历史，根据对阿波罗航行收集的资料所做的推断以及加利福尼亚大学地质学家W. 伊恩·里德利（W. Ian Ridky）的归纳，月亮的外壳40亿年前就硬化了。39亿年前，最大的小行星碰撞期已经结束，阴暗区的盆地已经露出，大的坑也形成了。31亿年前至38亿年前之间，放射性热产生的玄武熔岩填到阴暗区的盆地。之后，新产生的热赶不上月球表面失去的热，外壳重新硬化。到了31亿年前，外壳变得太硬，任何玄武岩都无法隆起，月球表面的活动实质上停止了。从

那以后，除了大一点的小行星的偶尔影响和小的天体物质的流入外，几乎再没有发生任何事情。

我们今天看到的月亮与30亿年前的月亮很相似。月亮上没有大气侵蚀，没有表面物质的再循环，月亮不能产生内部的热搅动来改变它的外貌。月亮并没有死去，但它确实静息了。月震集中在外表下800～1000千米，与地球岩石圈的70千米相比，可以想见月亮的外壳很厚实。在月球外壳下面可能存在部分炽热区，但由于太深无法影响月亮表面。月亮的表面是古老的，上面记录了经历过的剧变，曾经有大量的小行星光顾，还有熔岩的上涌。月亮的早期历史充满了剧烈的变化，而迄今30亿年的变化确实太小了。

为什么地球与它的邻居们有这么大的差别？地球的历史中记载的主要是逐渐的积累过程，而不是古老的剧变。读者可能会认为这个问题的答案要从地球与邻近星体构造上复杂的差异中寻找。但是，就我们所知的密度和矿物成分而言，所有内行星基本上差不多。我打算提出，这种差异是因为一个很有说服力的简单事实——大小本身，而不是因为其他什么，地球比它的邻居们都大。

伽利略首次讨论过物体的大小对于决定物体客体的形态和运作起主要作用（见文章21和22）。几何学的一个基本事实表明，大型物体与形状相同的小型物体达到力的平衡不同（所有物体肯定都是差不多的球状）。考虑一下不同半径的两个球体表面积与体积的比。面积等于半径平方的恒定倍数，体积等于半径立方的恒定倍数。因此，当同样形状的物体更大时，体积的增加大于表面积的增加。

我坚持认为，莱尔提出的均变是地球相对低的面积与体积比的偶然性结果，而不是像他所说的是所有变化的一般特征。我们先来设想一下，地球与邻居们的早期历史差异并不很大。某一时期，我们这个行星也布满大量的坑凹。不过这是几十亿年前的状况，并且被地球的两个热体系消除了：通过内部热体系的搅动（上升为山脉，被熔岩覆盖，或者由于板块下降边缘的俯冲而陷在地球的深处），或通过外部热体系产生的大气或河流侵蚀，而很快消除掉。

这两种热机制之所以可以起作用，只是因为地球大到足以拥有相对小的表面积以及大的万有引力场。火星和月亮既没有大气又没有活动的表面。外部的热机制要有大气才能起作用。按照牛顿的公式，引力的大小与两个物体的质量成正比，与两个物体之间的距离平方成反比。为了计算地球和月亮控制水蒸气分子的万有引力，我们只需考虑星体的质量（因为分子的质量恒定）和从星体表面到星体中心的距离。当一个行星增大时，它的质量按行星半径的立方增加，而从表面到中心的平方距离就是半径的平方。所以，随着一个行星变大，它的万有引力对大气颗粒的拉力增加为 r^3/r^2（r 是行星的半径）。在月亮和水星上，这个力太小，不能控制大气，就连最重的大气颗粒也无法控制住。地球的引力则很强，足够控制大而恒久的大气，从而使大气起到外热机制媒介的作用。

放射性产生的内部热在整个星体中传播，还可以通过行星的表面扩散到空间中。小型行星，由于表面与体积比很高，散热很快，外壳固化很深。大的行星则保留了热和表面的移动性。

对这个假说的理想检验是有一个大小居中的行星，以便我们预测这个星体会表现出早期剧变与逐渐过程的混合。幸好，火星就是这么大，正好介于地球、月亮及水星之间。火星的一半表面都是坑，其余的部分反映出有限的内部及外部热机制活动。与地球的万有引力相比，火星的万有引力比较弱，但相比月亮已经比较强了，足够控制住少量的大气（大约比地球的大气薄 200 倍）。大风吹拂火星的表面，可以观察到荒丘。流动侵蚀的证据也很明显，令人感到惊奇的是，火星的大气中有少量的水蒸气。〔由于发现火星的极帽主要是冰冻的水，而不是以前猜测的二氧化碳，这种奇妙现象也就好理解了。火星的土壤中大量的冰冻水极有可能成了永冻层。卡尔·萨根（Karl Sagan）曾经给我看过一张照片，照片上是一个比较小的坑，有向周围裂开的缝。对于这些特征，只能解释为液状的泥从局部融化的永冻层沿着坑流动。不可能是熔岩造成的，因为形成这些坑的小行星太小，不能产生足够的热来熔化岩石。〕

有关火星内部热的证据也很多（而且相当引人入胜），一些近来的猜想合理地将火星的内部热与地球板块构造运动的过程联系了起来。火

星上有一个由巨大山脉组成的火山区，地球上没有这么大的。火星上的奥林帕斯火山宽500公里，高8公里，山谷直径为30公里。附近的马里纳里斯峡谷比地球上的任何峡谷都大，它宽120公里，深6公里，长5000公里。

下面是猜想：许多地质学家相信地球的板块是由产生于地球内部深处（或许在地表下3200公里的核—幔边缘）的热流和熔化的物质推动的。这些热流露出地表时表现为相对固定的“热点”，而地球板块就附在这些热流上。例如，夏威夷群岛实质上是随着岁月形成的向北的线性链。假如太平洋板块沿着一个固定的热流缓慢运动，那么有可能形成一个接一个的夏威夷群岛。

火星的大小介于中间，应该比月亮的动态大，比地球的动态小。月亮的外壳太厚，根本不能运动，内部的热不能到达表面。地球的外壳太薄，才可能裂成板块，并做连续的运动。假如火星的外壳薄的部分足以使热上升，但厚的部分又不能裂开进行广泛运动。再假如地球和火星都存在热流。巨大的奥林帕斯火山可能代表了一个热流中心，在一个不能运动的中心上升——那么奥林帕斯火山可能就像夏威夷了，小山一个挨着一个。马里纳里斯峡谷可能代表了块构造的一个不成功的尝试——地壳裂开，却不能移动。

最好的科学是统一的。它震动我们的智力想象，使我们学到控制我们屋顶上苍蝇的原则，也决定了我们地球在内行星中的独特性（作为小型动物，苍蝇有很高的表面与体积比。作用于体积的万有引力，并没有强到可以克服使苍蝇保持在天棚顶的表面吸附强度）。帕斯卡[①]曾经以行星作比喻说过，知识就像空间中的球体，我们学到的越多（即，球越大），我们接触到的未知就越多（行星的表面）。太正确了，但是记住表面与体积比的原则！球越大（体积），与未知（表面）的比就越大。随着知识的相对增加，绝对增加的无知可能会更多。

---

① 帕斯卡（1623—1662），法国数学家、物理学家、哲学家，概率论的创立者之一，著有《思想录》等。——译注

第七部分



社会中的科学——一种历史的看法

25. 论科学中的英雄与蠢货

我在十几岁的浪漫年纪时，曾经相信，假如我能发现一个新的事实，能为人类知识的辉煌大厦增加一块砖，那么将会证明我将来作为一名科学家是对的。这种信念当然崇高，这种比喻却愚蠢。然而许多科学家都依然持这种态度从事他们的研究。

按照传统的科学“进步”模式，最初我们是迷信的无知，通过不断积累事实，从而获得最终的真理。根据这种自我陶醉的看法，科学的历史中所含的不过是轶闻趣事——因为其中记录的可能只是过去的错误和对于那些机智地瞥见最终真理的添砖者的奖励。它浅白得像一出过时的情节剧：（按我们今天理解的）真理是唯一的仲裁者，过去的科学家可分作正确的好人和错误的坏人。

在过去的十几年，科学史学家已完全不再相信这种模式了。科学并不是无情地探讨客观信息。科学是一种创造性的人类活动，天才的科学家更像艺术家，而不是信息的拥有者。理论中的变化并不是新发现衍生出的结果，而是受时代社会和政治力量影响的创造性想象。我们不应该通过我们自己信奉的不合时代的眼镜去判断过去——利用与他们自己无关的标准来判定正确与否，从而指定哪个科学家是英雄。假如我们把阿那克西曼德（Anaximander）称作进化论者，那就太蠢了，他出于倡导四元素中水的作用最主要，提出了生命最初生活在海里。然而多数教科书就是这样赞扬他的。

在这篇文章中，我将谈到一些在教科书中声名狼藉的恶棍，并且试图表明他们的理论在他们那个时代是合理的，而且对我们自己也有启迪。我们的恶棍是18世纪拥护过时胚胎学的“预成论者”。按照教科书的说法，预成论者相信一个完整而很小的微型人生居在人类的卵（或精子）中，胚胎发育只不过是这个微型人个头的增长。教科书继续道，这种观

点的荒谬性，又被它的套装说推论加大了——即假如夏娃的卵细胞中含有一个微型人，这个微型人的卵细胞中便包裹着一个更小的微型人，直至难以想象的地步，形成完全比电子还小的人。预成论者肯定是一些盲目的、反经验主义的人，他们支持先验教条。这种先验教条反对清晰的感官证据，认定动物的不可变易性——因为只要打开鸡蛋就能看到从简单到复杂的胚胎发育。预成论的首席发言人查理·博内（Charles Bonnet）也的确说过："预成论是推理战胜感觉的最伟大的胜利。"我们教科书中的英雄则是"渐成论者"，他们把时间都用在观察鸡蛋上，而不是去奇思幻想。他们通过观察证明，成体形态的复杂性来自胚胎的逐



（约瑟夫·斯克罗法尼。经同意引自《自然史》杂志，1974年8~9月期。© 美国自然史博物馆，1974年）

渐发育。到了19世纪，他们取得了胜利。一个纯观察战胜偏见和教条的大胜利。

事实上，这个故事并没有那么简单。在经验性的观察中，预成论者像渐成论者一样仔细和精确。而且，假如我们一定要选出英雄的话，这个荣誉可能要落在预成论者的头上，与渐成论者不同，他们的科学观与我们的相当一致。

无须把一些外围人物的想象看成整个学派的信念。著名的预成论者，如马尔比基（Malpighi）、博内和冯·哈勒，都完全清楚最初的鸡胚是简单的管状物，随着卵中器官的分化，变得越来越复杂。他们也曾通过一系列精巧的观察，研究并绘制了完全可以与当时的渐成论者媲美的鸡的胚胎发育。

在观察上，预成论者和渐成论者没有异议。然而，渐成论者刻板地看待那些观察结果，而预成论者则坚持去探索“表象背后”。他们宣称发育中看得见的现象是欺人的。早期的胚胎是那么微小、凝结、透明，利用当时简陋的显微镜分辨不出预成的结构。博内1762年写道：“在有组织的生物已经可以看见时，不要标上这是生物存在的时间，不要用我们的感觉和仪器的严格局限性去限制自然。”而且，预成论者从未相信在卵中预成的结构形成完备的微型人。在卵中存在的是原基，不过各部分的位置和比例与成体的形态没有多大关系。博内在1762年又写道：“当鸡还是一个胚胎原基时，它的所有部分已经形成，只不过各部分的比例和位置与最终发育时的不一样。假如我们能够看到按照微小状况放大的胚胎原基，我们不会将它看作一只鸡，胚胎的所有部分并不是同时均匀发育的。”

但是预成论者如何解释套装说的反证论法呢——即我们的全部历史都封包在夏娃的卵巢中呢？很简单，这个概念在18世纪的思潮中并不荒谬。

首先，科学家们相信这个世界只存在了——而且再持续——几千年。因此，人类是封包在有限世代中的成员，而不是20世纪地质时间表中的历经几百万年的产物。

其次，18 世纪没有细胞学说划定有机物大小的下限。在现在看来，设想出一个比细胞还小的成形微型人是荒谬的。但是 18 世纪的科学家没有提出生物大小下限的依据。事实上，人们普遍相信列文霍克（Leeuwenhoek）的微动物——激发出欧洲人想象力的单细胞微生物，具有全套微型器官。因此，支持光的微粒说（光由不相连的颗粒组成）的博内，狂热地宣扬，几百万个光颗粒还是非常小，可以立刻全部进到微动物假定的眼睛中。“自然物要多小有多小。我们根本不知道物质划分的下限，但是我们看到的物质已经有极大的区别。从大象到螨虫，从鲸到只是螨虫二千七百万分之一的微动物，从太阳的球体到光的球形颗粒，中间等级的量级多得不可想象！”

为什么预成论者感到需要了解表象的背后？为什么他们不接受感觉到的直接证据？考虑一下其他的可能吧。无论最初的卵还是受精的卵都是不成形的。假如卵是不成形的，那么一些外力一定准确无误地将一种有可能产生的式样置于物质之上。但是这种外力可能是什么呢？而且对每一种动物肯定有不同的力吗？对这种力我们能了解、检验、感知、接触或理解吗？这种力怎么能不代表着差不多是对非实在的奇异而神秘的活力论的求助呢？

预成论代表了最好的牛顿式科学。它具备的一种基本态度，我们今天视为“科学的”态度，完全不同于依靠单纯感觉证据的活力论。假如卵真是无结构、无预成部分的同质物质，那么它怎么能在没有神秘指导力的作用下产生出这么奇异的复杂性呢？而卵却做到了这一点，而且之所以能做到这一点只不过因为建立这种复杂性所需的结构（不仅仅是原料物质）已经存在于卵中了。这样看，博内关于推理战胜感觉的论述本身就是合理的。

最后，谁能说我们现在关于胚胎的理解标志着渐成论的胜利？多数重大的争论都是按照亚里士多德的中庸之道解决的，这次也不例外。按照我们今天的理解，渐成论的正确之处在于，在胚胎发育中，器官是从更简单的原基开始渐次分化的，其中有预成的部分。但是预成论者则正确地坚持了复杂性不可能产生于无形的原料物质——也就是说，在卵中

一定有什么东西调节卵的发育。我们所能说的（或许这有关系）是预成论者们错误地将这种“东西”等同于预成的，而我们今天则将这种东西理解为 DNA 结构中的编码指令。但是我们又能对 18 世纪的科学家期待什么呢？他们不知道自动钢琴，没听说过计算机程序，他们的智力内容中没有编码程序的观点。

再来想一想，宣称一个卵中含有几千个指令，写在分子上，告诉细胞开始和停止产生一定的物质，从而调节了化学过程的速度，还有什么比这更奇妙的呢？对我来说，预成部分的观点并不太牵强。遗传密码指示的差不多只是已经存在的东西。

26. 姿势造就了人类

20世纪20年代，在戈壁沙漠的几次探险成了为确立美国自然博物馆声望贡献最多的事件。发现的东西丰富而令人激动，其中包括第一次发现恐龙蛋。这些探险中的真正浪漫奇遇，最适合好莱坞的英雄模式。很难找到比罗伊·查普曼·安德鲁（Roy Chapman Andrew）的（书名是沙文主义的）《对中亚的新征服》（*The New Coquest of Central Asia*）更奇异的故事了。尽管如此，这些探险却没有实现预定的目标：在中亚找到人类的祖先。它们失败于最基本的原因——正如达尔文早于那时50年前所说，我们人类是从非洲进化来的。

20世纪20年代，在洞穴的沉积岩中发现了我们的非洲祖先（或至少是我们最近的亲戚）。但是这些南方古猿与以前人们认为的“缺失环节”应该的样子不符，许多科学家拒绝承认它们是我们谱系中的真正成员，多数人类学家想象，在智力增加的推动下，从猿到人有一个相当和谐的转变，缺失的环节在身体和脑方面都应该居中间状态——阿里·乌普（Alley Oop）[1] 或驼背的尼安德特人（Neanderthals）的古老（而错误）代表。但是南方古猿却不是这样。比较身体的大小而言，它们的脑确实比任何猿都大，但大得还不够（见文章22和23）。我们脑大小的主要进化发生在我们到达南方古猿阶段以后。然而这些脑不大的南方古猿却像你我一样直立行走。怎么能这样呢？假如我们的进化是由于脑增大推动的，那么像直立姿势——另一个人化的“标志”（并不是偶然的特征），怎么能最先产生呢？乔治·盖洛德·辛普森（George Gaylord Simpson）在1963年的一篇文章中，利用这个疑难说明：

即使预测有牢固的基础，有时预测发现也有惊人的失败。有一

[1] 美国的卡通人物，是原始的尼安德特人的造型。——译注

个进化中的例子，就是未能预测发现“缺失环节”——现在知道的（南方古猿）——是直立的，还可以制造工具，但是相貌和脑能力则像一只猿。

我们必须将这种“惊人的失败”主要归因于一个不易察觉的偏见所导致的不正确推测：我们凭借脑的能力（而不是其他）统治其他动物。脑的增大必定推动着动物进化到所有阶段，在整个人类学史上一直认为直立姿势比增大的脑次要。19 世纪最伟大的胚胎学家卡尔·恩斯特·冯·拜尔（Karl Ernst von Baer，在我敬重的科学英雄中，他仅次于达尔文）在 1828 年写道：“直立姿势只是脑高度发展的结果……人类与其他动物之间的所有差异都由于脑的构造不同。”又过了 100 年，英国人类学家 G. E. 史密斯（G. E. Smith）写道：“使猿成为人的，不是采取直立姿势或清晰语言的发明，而是脑的逐渐完善和心智结构的慢慢建立，直立姿势和讲话都是一些附带的表现。”

面对这种对脑重要性的齐声强调，有少数科学家坚持认为直立姿势是首要的。弗洛伊德（Sigmund Freud）在论述文明的起源时，根据的是他的极为独特的理论。弗洛伊德认为，直立姿势使我们的主要感觉由嗅觉转为视觉，这种看法是他于 19 世纪 90 年代写给朋友威廉·弗雷斯（Wilhelm Fliess）的信中开始提出的，在他 1930 年的论著《文明及其不满》（*Civilization and Its Discontents*）中达到顶峰。嗅觉作用价值的降低，使性刺激物发生转移，对雄性来说，由周期性发情期的气味变成一直看得见的雌性生殖器。雄性持续的欲望导致雌性连续接受力的进化。多数哺乳动物只在排卵期交配，人类则在任何时间都可以进行性活动（性活动是作家热衷的一个主题），持续的性活动巩固了人类的家庭，并且开创了文明。具有严格交配周期的动物不能极大促进家庭结构的稳定。弗洛伊德总结道：“文明的必然过程大概就是这样建立在人类采取了一种直立的姿势之上。”

虽然人类学家都不支持弗洛伊德的观点，然而确实形成过一个次要的传统，强调直立姿势的首要性。（顺便说一下，这也是我们今天在解释

南方古猿的形态和人类进化的途径中倾向接受的论点。）脑不可能无缘无故地增长。最初的推动力一定是由于生命方式的改变带来的，这种生命方式大概给了智力强有力的选择奖励。直立姿势使手从行走中解脱出来，并用手抓握（抓握的字面意思来自拉丁文的“手”）。所以首次可以制造并便利地使用工具。智力的增加主要是对于双手抓握（还是按字面理解的抓握）所蕴含的巨大潜力的反映。（不用说，没有哪个人类学家会认真地认为脑和姿势在进化中完全独立，即一方达到完全是人的状态，另一方才刚刚开始变化。我们谈论的是相互作用与增强。尽管如此，我们早期的进化中所包括的姿势进化确实比脑的进化迅速。完全使我们的手解放出来使用工具，早于我们脑的最重要环节的进化。）

冷静并不一定正确，这里有另一个证据。冯·拜尔神秘而睿智的同事洛伦兹·奥肯（Lorenz Oken）在 1809 年碰巧说出了“正确”的论点，那是冯·拜尔误入迷途几年之后。奥肯写道：“人类通过直立行走获得了他的性状，变得自由的手可以无所不做……随着身体获得自由，心灵也得到了自由。”不过在 19 世纪最提倡直立姿势具有重要作用的是达尔文的德国“猎犬”恩斯特·海克尔（Ernst Haeckel)。海克尔在没有任何直接证据的情况下，重建了我们的祖先，并且给了它一个科学名字，无语猿人（*Pithecanthropus alalus*)，意思是直立的、不能讲话的、脑不大的猿人。(顺便说一下，“猿人”大概是唯一的在发现之前给出科学名字的动物，当杜布瓦 19 世纪 90 年代发现爪哇人时，他采用了海克尔提出的属名，但给了爪哇人一个新的种名，直立猿人，*Pithecanthropus erectus*，我们现在一般将这个生物包括在我们自己的属内，称作直立人，*Homo erectus*。)

但是为什么虽然有奥肯和海克尔的反对，而脑是首要的观点还是变得非常牢固呢？有一件事是肯定的，那就是缺乏直接的证据，两种观点都没有直接的证据。除了尼安德特人（按照多数人类学家的看法，尼安德特人属于我们这个种的地理变异），直到 19 世纪快结束时，才发现化石人类，而这时脑是首要的教条已经确定很久了。不过不依靠证据的争论在科学史上很常见，因为在缺乏事实的局限中，影响思想的所有文化

偏见（而这正是科学家试图竭力否认的）便暴露无遗。

实际上，19 世纪已经做出了出色的阐述，阐释者的名字无疑会使多数读者吃惊——恩格斯。〔稍微想一下便不会那么吃惊。恩格斯对自然科学有浓厚的兴趣，并且是出于为他的唯物辩证法哲学寻找一个“坚实的”基础。他生前没有完成他的“自然辩证法”，但是他在《反杜林论》(*Anti - Dühring*）等论著中包括了大段有关科学的论述。〕1876 年恩格斯写了一篇名为《劳动在从猿至人的转变中的作用》（*The Part Played by Labor in the Transition from Ape to Man*）的文章。他死后，这篇文章于 1896 年发表，不幸的是，这篇文章对西方科学没有明显的影响。

恩格斯考虑了人类进化的三个本质特征：讲话，大脑和直立姿势。他认为第一步必定是从树上下来后，我们的陆地栖居祖先才继而进化出直立姿势。“这些猿类，在平地行走时就开始摆脱用手帮助的习惯，并且越来越多地采取直立行走。这是从猿转变到人的具有决定意义的一步。”① 直立姿势把手解脱出来使用工具（按恩格斯的用词，是“劳动”），随后才是智力的增加和讲话。

> 所以，手不仅是劳动的器官，它还是劳动的产物。只是由于劳动，由于对所做的日新月异的事情的适应……以及由于这些遗传下来的灵巧性愈来愈新地运用于新的、愈来愈复杂的操作中，人手才达到这样高度的完善性，在这个基础上人手才能仿佛凭着魔力似的产生了拉斐尔（Raphael）的绘画、托尔瓦德森（Thorwaldsen）的雕刻以及帕格尼尼（Paganini）的音乐。②

恩格斯的结论似乎是他的唯物论哲学前提的演绎结果。但是我相信他的结论来自海克尔。两个系统陈述差不多相同，而且恩格斯在更早的一篇写于 1874 年的文章中引用过海克尔的有关段落。但是没关系。恩格

---

① 恩格斯：《自然辩证法》，于光远等译编，人民出版社，1984 年，295 页。由于引文不同，译文略有出入。——译注

② 同前，297 页。

斯文章的重要性并不在于他的坚实的结论，而在于他对于为什么西方科学先验地主张脑是重要的观点所做的尖锐的政治分析。

恩格斯认为，随着人类学会控制周围的环境，除了原先的狩猎外，又增加了其他技能——农业、纺织、制造陶器、航海、艺术与科学、法律与政治，以及最后“人脑中关于事物的幻想的反映：宗教”。随着财富的积累，少数人掌握了权力，并且强迫其他人为他们工作。劳动这一所有财富的根源和人类进化的主要动力，地位和为统治者工作的人一样低。因为统治者受他们的意愿控制（即受脑力控制），他们的成就似乎是脑的作用。哲学的专业并没有遵循纯粹追求真理的理想。哲学家具有社会阶层和宗教的倾向性。柏拉图即使不是有意识地用设想出来的抽象哲学支持统治者的特权，他自己的阶级地位也促使他强调思想比思想左右的劳动更主要，更占统治地位，更崇高，更重要。在达尔文时期，这种唯心主义传统在哲学中占主导地位，它的影响无所不及，即使是科学上而非政治上的唯物主义者达尔文也感到难以摆脱唯心主义。要挑战一个偏见，首先要认识它。脑的首要性显得这么明显和自然，接受这个观念是理所当然的，人们并没有认识到这种观念是与职业思想家的阶级地位及倾向性相关的一个根深蒂固的社会偏见。恩格斯写道：

> 迅速前进的文明完全被归功于头脑，归功于脑的发展和活动。人们已经习惯于从他们的思维而不是从他们的需要来解释他们的行为……这样，随着时间的推移，便产生了唯心主义的世界观，这种世界观，特别是从古代世界没落的时候起，就统治着人的头脑。它现在还非常有力地统治着人的头脑，甚至达尔文学派最唯物主义的自然科学家们也还不能提出人类是怎样产生的明确观念来，因为他们在这种唯心主义影响下，没有认识到劳动在这中间所起的作用。①

恩格斯文章的重要性并不在于它的结果（正确）——后来发现的南方古猿证明了他（来自海克尔）提出的一个特殊的学说——而在于他尖

① 同前，302—303 页。

锐地分析政治在科学中的作用，分析了必然影响所有思想的社会偏见。

实际上，恩格斯谈到的头与手分离已经相当严重地限制了科学的历史发展进程。学院式的科学尤其受到“纯”研究理想的限制。在以前的日子里，这种理想阻碍了科学院从事广泛的实验和经验性检验工作。古希腊的科学受阻于这种局限，贵族思想家不从事平民艺人的体力工作。中世纪的理发匠兼医生不得不处理战场上的伤亡。他们对医学实践的推进远远超过很少接触病人的学院医生。学院医生的治疗知识来自盖伦和厚厚的教科书。甚至今天，“纯”研究者还有轻视实践的倾向，在学术圈子里，“农民学院”或“牛学院”这样的话语还能令人忧虑地经常听到。假如我们听进去恩格斯的话，并且认识到我们将纯研究看得很优越的原因——是由于社会偏见，我们就必须促进科学家将理论与实践结合起来，对于一个摇摇欲坠即将崩溃的世界来说，太需要这种结合了。

27. 种族主义与重演论

保留更多胚胎（或）婴儿……特征的成体，无疑要比那些发育超越这些特征的人低等。按照这个标准衡量，欧洲人或白种人最高等，而非洲人或黑人最低等。

D. G. 布林顿（D. G. Brinton），1896 年。

根据我的理论基础，我显然认为种族不平等……在胚胎发育中黑人经历的阶段已经成了白人的最后阶段，假如这种迟缓在黑人中持续下去，那么一个转换阶段可能就是这个种族的最后阶段。其他种族都有可能会达到现在白人所达到的发育的顶点。

L. 博克（L. Bolk），1926 年

布林顿告诉我们，黑人是低等的，因为他们保留着幼年的特征。博克则宣称，黑人是低等的，因为他们的发育超越了白种人保留的幼年特征。我真怀疑还有谁可以构建两个矛盾的论据去支持同样的观点。

这些论据来自对进化论中一个很专业的主题——个体的发育（个体的成长）与系统发育（谱系的进化历史）的关系，所做的不同阐释。我在这里的目的不是详细解释这个主题，而且论述伪科学的种族主义。我们喜欢认为科学的进步会清除迷信和偏见。布林顿将他的种族主义与重演论联系了起来，重演论认为个体在胚胎和幼年生长中，重复了它们祖先的成体阶段，就是说每一个个体在发育中都攀上了家族的树。（在重演论的支持者看来，人类胚胎中的鳃裂代表了我们的起源经过的成体鱼阶段。而按照种族主义者的阐释，白人的孩子经过并超越了“低等”种族成体具有的智力阶段。）在 19 世纪后期，种族主义者握有的两三枚科学炸弹中，就有重演论。

然而到了 20 世纪 20 年代结束时，重演论完全垮台了。事实上，如

我在文章7中提出的，那时科学家开始以完全相反的方式解释人类的进化。博克领导的这场运动认为，人类的进化是通过保留我们祖先的幼年阶段和失去以前的成体结构——这个过程叫幼态持续。由于这种逆转，我们大概会期待白人种族主义溃败，至少是放弃以前的观点，最好是诚实地承认按照新的幼态持续解释，旧的证据证实了黑人的优越性（因为这时保持幼体特征成了一个进步的特征）。事实上却没有发生这样的事



恩斯特·海克尔1874年版的《人类发生学》（*Anthropogenie*）中就含有这种对进化的种族主义解释。（图片由美国自然博物馆提供）

情。旧的证据被静悄悄地遗忘了，博克寻找出新的资料与旧的观点作对，同时再次认为黑人是低等的。由于幼态持续，“高等”种族的成体必然保留更多的幼年特征，所以博克抛弃了重演论者使用的所有令人尴尬的“事实”，而且列举了白人成体具有的少数幼年特征作支持。

在这一个案例中，显然科学对于种族的态度没有影响。相反的是，一种先验的黑人劣等的信念决定了带着偏见选择“证据”。从差不多可以支持任何种族优等主张的丰富材料中，科学家根据当时流行的理论，挑选出可以得出他们喜欢的结论的事实。我相信，在这个可悲的故事中，存在着一个具有普遍性的启示。无论现在还是过去，都不存在有关种族遗传决定的任何明确证据使我们进行种族的划分（根据脑大小、智力、道德认识等平均值来区分种族）。然而证据并没有阻止科学见解的表达。因此我们必然要得出结论，表达出来的是政治的见解而不是科学的见解——科学家倾向于保守性的行为，他们所提供的是社会普遍想听到的“客观性”。

还是回到我们的故事：最著名的宣传达尔文的人恩斯特·海克尔看到了进化论作为社会武器的广阔前景。他写道：

> 进化与进步站在一边，排列在科学光明旗帜下，另一边排列在等级体系的黑旗下，是精神的奴隶，缺少理性，野蛮，迷信和倒退……进化是在为真理而战中的重炮，二元论的诡辩在它面前纷纷倒下……就像面对重炮的连续轰炸一样。

重演是海克尔最喜欢的论据（他将重演命名为“生物发生律”，并且发明了“个体发育重复系统发育”的这句话）。他用重演攻击贵族所宣称的特殊地位——我们在胚胎期不都是鱼吗？而且嘲笑灵魂永存的观念——那么在我们胚胎期的蠕虫阶段，灵魂在哪里？

海克尔和他的同事也利用重演来证实北欧白种人的种族优越性。他们搜集了人类的解剖学和行为的证据，使用了他们可以找到的所有依据，从大脑到肚脐。赫伯特·斯宾塞（Herbert Spencer）写道：“蒙昧人的智

力特征……在文明人的小孩阶段重现。"卡尔·弗格特（Carl Vogt）在1864年说得更强烈："就黑人的智力构成而言，成年人和孩子的智力差不多……有些部落建立了国家，形成一个特定的组织。但是，他们就像其他部落一样，我们可以认为，整个黑人种族，无论过去还是现在，都没有表现出人性进步的趋向，没有表现出存在下去的价值。"而艾蒂安·塞雷（Etienne Serres）确实提出，黑人男性由于肚脐与阳具之间的距离（相对于身高）很短，所以是原始的；而白人则从孩子时就开始分开，随着生长，其间的距离在加大。肚脐位置升高是进步的标志。

在社会中使用很多的，是一般性的论据。因为与奥思尼尔·查尔斯·马什（Othniel Charles Marsh）的"化石争论"而出名的爱德华·德林克·科普（Edward Drinker Cope），将石器时代人类的洞穴画与白人孩子的画及今天生存的"原始的"成年人的画作了比较："我们发现我们所知道的最早种族的成就，与未受教育的孩子画在石板上的画，或野蛮人画在山上岩壁上的画差不多。"整个"罪犯人类学"学派（见下一篇文章）都认为白人罪犯是遗传迟滞的人，并将他们也比作孩子和成年的非洲人或印第安人。一位狂热的支持者写道："他们（白人罪犯）在红色印第安人部落中可以成为增光添彩的人或道德上的典范。"哈夫洛克·艾利斯（Havelock Ellis）曾经说过，白人罪犯、白人孩子和南美印第安人一般都不知道廉耻。

重演论的最大政治影响，是成为证明帝国主义合理性的依据。吉普林（Kipling）[①] 在他的《论白人和责任》一诗中，将被征服的民族称作"一半是魔鬼，一半是孩子"。假如对遥远土地的征服动摇了基督教的某些信念，那么科学通过指出原始人像白种人的孩子一样，在现代世界不能自我约束，总是可以安抚人们迷乱的良心。在美西战争期间[②]，全美国都在争论一个问题：我们占领菲律宾是否正确？当反帝主义者引用亨

① 吉普林（1865—1936），英国小说家，诗人，作品表现英帝国的扩张精神，有"帝国主义诗人"之称，1907年获诺贝尔文学奖，著名作品有小说《吉姆爷》、诗歌《军营歌谣》。——译注。

② 美西战争，指1898年美国与西班牙之间的战争。——译注。

利·克莱（Henry Clay）[1] “上帝不会创造一个没有自我约束力的种族”的论点时，乔赛亚·斯特朗牧师（Rev. Josiah Strong）反驳道：“克莱的概念形成之后，现代科学才表明种族几百年的发展过程就像一个人几十年的发展过程一样，科学还表明，欠发展种族没有自我约束的能力，他们不是万能的上帝意志的反映，只不过是未发育好的、没有自我约束能力的孩子。”还有一些人则持“大度的”观点，以家长主义者的模式表达了他们的种族主义：“没有原始人，这个世界顶多像一个没有孩子带来快乐的小家庭……我们应该公平地对待顽皮的种族，就像我们对待顽皮的小男孩一样。”

但是重演论有一个致命的缺陷。假如祖先的成体特征变成后裔的幼体特征，那么到了后裔个体发育结束时，发育一定要加快，好为新增加的特征留出位置。随着 1900 年孟德尔遗传学的重新发现，“加速率”便完蛋了，整个重演理论也随之崩溃——因为假如是基因制造了酶，而酶控制过程的速度，那么进化是通过发育的或者加快或者减慢实现的。重演要求普遍加快，而遗传学则表明同样有可能减缓。当科学家开始寻找减缓的证据时，我们这个物种成了研究的焦点。正如我在文章 7 中讨论的，人类在许多方面，通过保留灵长类甚至一般的哺乳动物幼年特征来进化。例如我们的球状颅骨，相对大的脑，我们枕骨大孔的腹向位置（可以有直立姿势），小的颌，以及体毛较少。

经过半个世纪的时间，重演论的支持者已经收集的一些有关种族的“证据”都表明“低等”种族的成体像白人的孩子。当重演论崩溃后，人类幼态持续理论的支持者依然有这些材料。客观地重新解释应该产生出承认“低等”种族优越的观点，就像哈夫洛克·艾利斯（幼态持续观的早期支持者）写的那样：“我们种族的进步是一种青春式的进步。”实际上采纳的是新的标准——越像孩子的种族越优越。旧的证据干脆被扔到一边，而博克急忙寻找相反的材料，即成年白人像黑人孩子。当然，他找到了（如果你非常大胆地去找，你总能找到）：成年黑人有较长的骨架，黑色的皮肤，明显凸出的颌，以及“古老的牙列”，而成年白人

---

① 克莱（1777—1852），美国政治家，曾任国务卿（1825—1829）。——译注

和黑人孩子的骨架不长，浅（或至少较浅）色的皮肤，小而不凸的颌（我们不谈牙齿了）。博克说："由于非常滞育，白人显然更进步。"哈夫洛克·艾利斯在1894年讲了许多同样的话："许多黑人孩子的智力并不比欧洲人孩子的智力差很多，但是当黑人长大了，便变得愚蠢和迟钝了。而且他们的整个社会生活也陷入迂腐陈旧的状态，而欧洲人则保留了许多孩子般的活力。"

这些论述并不只是过去年代的错误，我注意到，1971年在关于智商的争论中，一位著名的遗传决定论者引用过幼态持续的论据。H. 艾森克提出，非洲孩子和美国黑人孩子表现出比白人的感觉运动发育快。他还提出，在生命的第一年，感觉运动发育迅速与以后的低智商相关。这是没有实质意义和因果关联的一个经典例子：假如智商差异完全由环境决定，那么迅速的运动发育并不导致低智商——那只不过是种族差异的另一种尺度（比肤色的尺度还要糟糕）。然而，艾森克还是利用幼态持续支持他的遗传解释："这些发现是重要的，因为按照生物学中一个非常普通的观点，幼年越是延长，一般讲这个物种就具有越高的认知能力和智力能力。"

但是在幼态持续的论据中存在一个隐伏的难题，对此白人种族主义者一般故意视而不见。很难否认人种中最具幼年状态的并不是白种人，而是蒙古种人（有一些美国大兵绝不能理解，据称越共的部队是由"青少年"组成的——其实许多人已经三四十岁了）。博克对问题视而不见，哈夫洛克·艾利斯则正视了，并且承认失败（而不是承认白人低等）。

如果说种族主义重演论者失去的是理论，那么种族主义幼态持续者失去的则是事实（虽然历史表明事实只是选来适应预先存在的理论的）。因为在幼态持续的材料中还有一个令人尴尬的地方——即妇女的地位。在重演论中则不存在这个问题。妇女在解剖结构上比男人更像孩子——劣等的确切标志，科普竭力宣扬这一点。然而，根据幼态持续假说，同样的依据，应该更说明妇女是优等的。而博克再一次对问题视而不见。而且哈夫洛克·艾利斯再一次坦诚地面对问题，并且承认妇女具有阿什利·蒙塔古（Ashley Montagu）在他的论文《妇女的天然优越性》中主

张的地位。艾利斯 1894 年写道："妇女有比男人高等的人类特殊性状……在体质上确实这样：城市文明中的男人头大，有一张秀气的脸，骨骼不粗大，这些更接近典型的女人，而不像野蛮人。大的脑，大的胯，现代男人遵循女人经过的历程。"艾利斯甚至还提出在《浮士德》结束段落中我们可以找到拯救的办法：

永恒的女性，

使我们飞升。

28. 罪犯被看作自然的错误或我们中间的猿

W. S. 吉尔伯特（W. S. Gilbert）[1] 把讽刺的锋芒指向他认为的任何矫揉造作。不过我们还是要赞扬他的多数讽刺：华而不实的贵族和故作矫情的诗人现在依然是应该讽刺的对象。但是吉尔伯特本质上是闲逸的维多利亚时代的人，他标上自命不凡的许多现象，在我们看来是开明的——特别是妇女受高等教育。

一所女子学院！真是最愚蠢的去处，
一位姑娘在那里可以学到什么有价值的东西呢？

在《伊达公主》（*Princess Ida*）中，艾达蒙特城堡的人文学教授为她的“男人是自然中唯一的错误”找到了生物学的依据。她讲述了一个故事，一只猿爱上了一个漂亮女人，为了赢得她的芳心，这只猿试着穿戴整齐，像个绅士，但是所有这些都必然失败了，因为：

按照达尔文主义，一个男性，虽然举止得体，
顶多是个刮掉毛的猴子。

吉尔伯特的《伊达公主》创造于1884年，8年之前，意大利医生西萨尔·隆布罗索（Cesare Lombroso）发起了一场当时最有影响的社会运动，他的观点与吉尔伯特的观点近似，不过说实在的是关于男人中的一个类群——天生的罪犯实质上是生活在我们中间的猿。隆布罗索后来回忆了他顿悟的时刻：

---

[1] 吉尔伯特（1836—1911），英国剧作家，诗人，诗歌以讽刺时弊见长。——译注

1870 年，我在帕维亚的监狱和疯人院对尸体和活人进行了几个月的研究，以便确定精神病人和罪犯的本质区别，进展并不顺利。12 月一个阴沉的早晨，忽然间我在一个盗贼的骨架中发现许多返祖的异常现象……我一下子就解决了罪犯的性质及起源的问题：一定是在我们时代重现的原始人和低等动物的性质。

犯罪的生物学理论并不新颖，但是隆布罗索对这个论点赋予了新奇的进化曲解。天生的罪犯并不单是神经错乱或病态的人，严格地说，他们退回到以前的进化阶段。在我们的遗传构成中，保留了我们原始猿类祖先的遗传特性。一些不幸的男人生而具有的祖先性状多得出奇。在过去的野蛮人社会中，他们的行为可能是合适的。今天，我们则将他们的行为当作犯罪。我们可以同情天生的罪犯，因为他们不能自救，但我们不能宽恕他们的行为。（隆布罗索认为 40% 的罪犯是固有的生物学上的罪犯——天生的罪犯。其他的罪犯可能是由于贪婪、嫉妒、极度愤怒等造成的——偶然的罪犯。）

我讲述这个故事是出于三个原因，这三个原因使我讲述的目的并不是为了对 19 世纪后期历史中一个被遗忘角落的好古式发掘。

1. 对社会历史的一个概括：这个故事说明进化论在生物学核心之外的领域也有巨大的影响。即使最抽象的科学家也要受社会的影响。重要观点的影响无所不在，而且深远。生活在纷乱世界中的人可能对这点有更清楚的认识，但许多科学家却不知道这点。

2. 一种政治观点：利用生物学天性解释人类的行为通常是以启蒙的名义取得进展的。生物学决定论的支持者认为，科学可以斩断迷信和感情主义的罗网，告诉我们有关人类的真实性质。但是在一般情况下，他们的观点具有不同的重要影响。阶级社会的领袖们利用这些观点主张现存的社会等级必须保持下去，因为它符合自然规律。当然，我们不会因为不喜欢一个观点的引申含义就否认这个观点。按我们理解的真实性肯定是首要的标准。但是决定论的观点总是来自偏见的臆测，而不是确切

的事实，隆布罗索的罪犯人类学是我所知道的典型例证。

3. 一种当代的注解：隆布罗索的罪犯人类的牌子已不复存在，但是其中的基本假设依然存在于现在流行的所谓罪犯基因或罪犯染色体的观点中。这些现代的见解与隆布罗索最初见解的价值差不多。当代的这些见解引起我们的关注，是因为它们表明，在我们不断通过谴责牺牲者来努力解除我们这个多数人幸福昌盛的社会中的苦难时，不幸借助了生物学决定论。

1976年是隆布罗索确立材料一百年，后来这些材料扩展成《犯罪者论》（*L'uomo delinguente*）。在这本书的开始，隆布罗索讲了一系列有趣的逸事，说明按照我们的标准，低等动物的日常行为就是犯罪。动物凶手镇压反叛者，它们清除性竞争者，它们由于愤怒杀死其他动物（一只蚂蚁，对一只反抗的蚜虫不耐烦了，便弄死并吃掉了它），它们组成犯罪团伙（三只群居海狸，与一只独居海狸生活在同一地区，三只海狸拜访它们的邻居，并且受到很好的接待，当独居海狸回访它们时，它的这种挂念便招来杀身之祸）。隆布罗索甚至将食虫植物对飞虫的捕捉看作"与犯罪相同"（虽然我很难看出这与其他的进食形式有什么区别）。

在接下去的部分，隆布罗索考察了罪犯的解剖特征，并且发现了他们作为回复我们进化阶段状态的原始体质标志（烙印）。因为他已经将动物的正常行为定义为犯罪，所以这些活着的原始人的行为肯定是由他们的本性决定的。天生罪犯的类猿特征有：相对长的胳膊，可以活动的大脚趾和能够抓握的脚，低窄的前额，大耳朵，厚骨骼，大且前凸的颌，男性丰富的胸毛，以及对疼痛的感觉不灵敏。但是他们的返祖并不是停留在灵长类水平。大的犬齿和宽平的上颚像是更远的哺乳类。隆布罗索甚至将天生罪犯面部的高度不对称与比目鱼（两只眼在头的一面）的正常状态进行了比较！

但是天生罪犯不仅体质上有烙印，其社会行为也和猿及活着的野蛮人相关。隆布罗索特别强调了文身这种在原始部落和欧洲罪犯中的共同行为。他统计了有关罪犯文身的大量内容，发现它们是猥亵的、无法无天的、自我辩解的（然而当看到文身上写的"法兰西万岁，新鲜的炸土

豆万岁”时，很难接受隆布罗索的看法)。他在罪犯的俚语中发现属于罪犯自己的语言，在诸如拟声法和对非生命的拟人化方法上，罪犯的语言非常接近野蛮人讲话：“他们讲的话与我们的不同，是因为他们的感受不同。他们讲话像野蛮人，因为他们是我们优秀欧洲文明人中真正的野蛮人。”

隆布罗索的理论并不是抽象的科学。他建立并积极领导了一个国际“罪犯人类学”学派，这是19世纪后期最有影响的先锋运动之一。隆布罗索的“实际的”“新”学派热衷从事改变法律力度和刑事处罚的运动，他们认为他们改进的识别天生罪犯的标准是对加强法律力度的一项主要的贡献。隆布罗索甚至提出一种防范性的犯罪学——社会无需等待（或忍受）犯罪行为，因为体质和社会烙印确定了潜在的罪犯。在一个罪犯的固有天性第一次暴露之前，就可以识别（在早期孩童时期)、发现并清除罪犯（隆布罗索作为一位自由主义者，赞成流放而不是处死。隆布罗索最亲密的同事恩里克·费里认为“文身、人身测量学、相面……反射活动、血管舒缩的反应（他认为罪犯的脸色不会变红)，以及视力范围”可以被法官用作断案的标准。

罪犯人类学家还从事刑事处罚的基本改革运动。古老的基督教伦理认为，罪犯应该因为他们的行为而受到惩罚，但是生物学表明，应该根据天性来判断罪犯。惩罚与罪犯相当，而不是与罪行相当。偶然性的罪犯，没有烙印，而且有能力悔过，应该被拘禁一段时间，这对确保他们的改过是必要的。但是天生的罪犯是因为天性而犯罪：“理论上的伦理无法进入病态的大脑，如同油无法渗入大理石一样。”隆布罗索建议施行永久拘禁（条件要好，但应该是隔离状态）任何具有明显烙印的惯犯。他的一些同事却没有这么宽宏。一位有影响的法学家在写给隆布罗索的信中说：

你已经向我们表明，存在着人类面孔的凶狠、狡猾的巨猿。这样的话，他们显然必然作案。假如他们抢劫、偷窃和杀人，这是由于他们的天性和他们的过去，但是当证明他们总是保持巨猿特性的

话，依然有充分理由消灭他们。

而隆布罗索本人也不排除“最后的解决”。

存在着天生的罪犯这种机体上邪恶的人、返祖的再生物，他们不仅是野蛮人，甚至还是最凶狠的动物，我们很难同情他们，这个事实使我们就像已经坚持的那样，硬起心肠，不需要对他们有任何怜悯。

应该提到隆布罗索学派的另一个社会影响。假如人类中的野蛮人像天生的罪犯，保留着猿的特性，那么就可以把原始部落——“没有法律的少数种族”——视作本质上的罪犯。这样，在欧洲殖民扩张的高峰时期，罪犯人类学为种族主义和帝国主义提供了有力的论据。隆布罗索在谈到罪犯对疼痛不敏感时写道：

他们身体上的不敏感使我们不禁想到那些可以忍受青春期仪式的野蛮人，白种人绝对忍受不了那种痛苦。所有旅行者都知道，黑人和美洲野蛮人在忍受痛苦方面差不多。黑人为了逃避工作，可以把手砍断，并一笑置之，美洲野蛮人在被缚在刑柱上受着缓慢烧烤时，还能快乐地歌唱，赞颂他们的部落。〔恨不得早点打击种族主义者。想到了许多西方的英雄勇敢地忍受极度痛苦而死——圣女贞德（Saint Joan）被烧死，圣塞巴斯蒂安（Saint Sebastian）被乱箭射穿，还有一些殉道者受过肢刑，身体被拉拽、肢解。但是当一位意大利人不能喊出声求饶时，那只表明他并没有感到痛苦。〕

假如隆布罗索及其同事是热心的前纳粹组织，我们也许会把整个现象当作煽动家有意的伎俩而不予理睬。那样留下的教训无非是警惕任何误用科学的空想家。但是罪犯人类学的领袖们是“开明的”社会民主派，他们将他们的理论看作建立在人类实际社会上的一个理性科学的先

锋。隆布罗索认为罪犯行为的遗传决定性就是自然规律和进化规律：

> 我们受寂静的规律控制，这些规律从未停止运作，它们比我们书中描述的规律更具权威性地统治着社会。犯罪显然是一种自然现象……就像生与死一样。

回顾起来，隆布罗索的科学"实在"来源于他在对事实进行所谓客观研究之前就有的社会偏见。他的观点预先判决了许多清白无辜的人，这种预先判决通常不过是毫无坚实依据的预言。他通过列举我们解剖中固有的潜在表现而理解人类行为的尝试，只不过是通过完全责怪罪犯的遗传特性来反对社会变革。

当然今天没有人再认真对待隆布罗索的观点。他的统计错得无法置信，只有对一种必然结论的盲目相信才可能导致他的欺骗和欺诈。此外，今天已没人再把长臂和突出的颌看作劣等的标志了，现代的决定论者在基因和染色体中寻找更本质的标记。

在《犯罪论者》的发表与它的百年纪念之间，发生了许多事。没有人再认真提倡根据天生罪犯的特征来做必然性的罪犯侦破或认定造成不幸伤害的凶手，也没有人宣称具有犯罪自然倾向必然导致犯罪行为。然而隆布罗索的精神还保留在我们许多人中间。当理查德·斯佩克（Richard Speck）在芝加哥谋杀了8名护士时，他的辩护人提出他这样做是不得已，因为他有一条额外Y染色体。（正常女性有两条X染色体，正常男性有一条X染色体和一条Y染色体，极少数男性有一条额外Y染色体，XYY。）这一披露引发了大量的猜想，我们的普及性杂志中充满了"犯罪染色体"的文章。简单的决定论者的论点无非这些：男性比女性更具攻击性。这可能是遗传决定的。假如是遗传的，攻击性一定在Y染色体上，有两条Y染色体就有了两倍的攻击性，于是可能有暴力和犯罪的倾向。但是从监狱中匆忙收集的XYY男性信息似乎太不清晰了，而且甚至斯佩克本人根本就是XY的男性。生物学决定论者再一次惹了一身泥，掀起一点争论的波澜，提供了一点无聊的谈资，然后又因为缺乏依

据而偃息了。为什么我们对固有倾向的假说这么感兴趣？为什么我们把我们应该承受的暴力和性别歧视的责任转嫁到我们的基因上？人性的标志不仅在于我们的心智能力上，还在于我们心智的易变性上。我们已经创造了我们的世界，我们也可以改变这个世界。

第八部分



人性的科学与政治学

A.种族,性与暴力

29. 为什么我们不应该为人类的种族命名
——一种生物学的看法

分类学是研究分门别类的科学。我们将严格的分类学规则应用到其他生命形态上，但是当我们面对我们应该知道得最清楚的物种时，我们却遇到特殊的问题。

我们通常将我们自己的种分成族。[①] 按照分类学的规则，正式的种的再分，叫作亚种。因此，人类的种族，是智人种的亚种。

在过去的十几年，由于定量技术的引入，产生出研究物种内地理变异的方法，将种分成亚种的做法在许多方面被逐渐放弃了。对于人类种族的认定不能也不应该离开与我们这个种相关的社会及伦理问题。不过，这些新的分类学程序为旧的争论提供了具有一般性的纯粹生物学论据。

我认为继续从事智人种中族的分类代表了探讨种内差异一般性问题的一种过时的方法。换句话说，我反对人类种族分类的理由就是我不赞成将西印度群岛蜗牛中惊人的变异分成亚种的理由，那是我自己专业的研究课题。

以前就多次有人提出反对族的分类的论点，著名的是由《族的概念》（*The Concept of Race*）一书的11位作者提出的，这本书由阿什利·蒙塔古1964年编辑（1969年科利尔—麦克米伦公司出版了简装本）。然而他们并不要求人们普遍赞成他们的观点，因为10年前的分类学实践仍然支持习惯的亚种认定。例如，1962年西奥多修斯·杜布赞斯基惊奇道："有些学者讨论否认人种中有任何族……就像动物学家观察到动物的大量多样性一样，人类学家也面对人类的多样性……族是科学研究和分析的课题，很简单，因为族是自然界的事实。"而格兰特·博格（Grant

① 在涉及人类时，汉语的习惯译法是"种族"；在涉及分类学时，则常译作"族"。——译注

Bogue）最近在与阿什里·蒙塔古的争论中写道："一些格格不入的学者已经说不了，因为这根本就是错误的……即有些学者则走得太远，甚至提出我们头脑中完全有真正的族的概念……对这场争论有各种回答，有一个答案经常听到：族是不言自明的。"

这些论点有明显的谬误。不言自明的是地理变异，而不是族。没人否认智人种是有明显差异的种，观察到的肤色差异就是变异性最明显的现象。但是存在变异性的事实并不要求认定族。研究人类差异有更好的途径。

在分类的阶层系统中，种的阶元有特殊的地位。按照"生物学物种概念"的信条，每个种代表了自然界中的一个"真实的"单位。种的定义反映出这一地位："（种是）具有共同基因库的实际上或潜在的相互配育的群体。"在种以上水平，我们则看到比较人为性的分类。一个人划分的属可能是另一个人划分的科。不过，在建构阶层体系中，有些规则必须遵守。例如，你不能将同一类元（例如属）的两个成员放入更高阶元（例如科或目）的不同类元中。

在种以下水平，只有亚种。在《系统学与物种起源》（*Systematics and the Qrigin of Species*，哥伦比亚大学出版社，1942）一书中，恩斯特·迈尔（Ernst Mayr）定义了这个阶元："亚种或地理族是种在地理上区域性的细分，亚种与种的其他细分存在遗传上和分类上的差异。"我们需要满足两个标准：（1）必须通过形态、生理或行为特征识别亚种，即一亚种必须与其他亚种具有"分类学上的"（而且，通过类推，必须有遗传上的）区别；（2）一个亚种必须占据种全部地理分布上的一个小区域。当我们决定通过确定亚种来描述种内的差异时，我们是在利用地理界限和可识别的特征将连续的变异分成间断的单位。

在两个基本方面，亚种与其他所有分类阶元不同：（1）亚种的界限不固定，而且不能界定，因为根据定义，一个亚种可以与所属种内的其他亚种相互配育（不能与密切相关的形态相互配育的类群必定是一个完全的种）；（2）这个阶元无需使用。所有生物肯定属于某一物种，每一个种肯定属于一个属，每一个属肯定属于一个科，以此类推。但是把种

划分为亚种则没有必要。亚种是一种使用方便的阶元。只有当我们断定我们对变异理解会通过确定分离的、地理上相连的种内单位而增加时，我们才使用亚种这个阶元。许多生物学家现在认为，我们在自然界中观察到的动态变异格局上加上正式的命名，不仅不便利，而且是完全误导的。

我们应该如何处理以物种甚多（包括我们这个种）为特征的丰富地理变异呢？有一个过去研究的例子，1942 年发表的一部关于夏威夷树蜗牛（*Achatinella apex fulva*）地理变异论著。作者将这一变异惊人的种分成 78 个正式的亚种和 6 个额外的“微地理族”（亚种以下区别微小的单位）。每一细分都有一个名称和正式的描述。结果产生出一部浩繁冗长、枯燥难读的厚书。由于书中充斥了名称和静态的描述，掩盖了进化生物学中最有兴趣的一种现象。

然而这个种内存在着使任何生物学家都着迷的变异格局。蜗牛的壳形与地面高度和降雨相关，变异细微的壳形与气候条件协调，迁徙的路径反映在壳的颜色花纹上。我们应该像一个编写目录的人那样探讨这样的变异吗？我们应该将这种动态连续的格局人为地分成分离的单位，并赋予正式的名称吗？难道客观绘制这些变异，而不是加上分类学家在命名亚种中必须使用的正式细分的主观标准，不是更好吗？

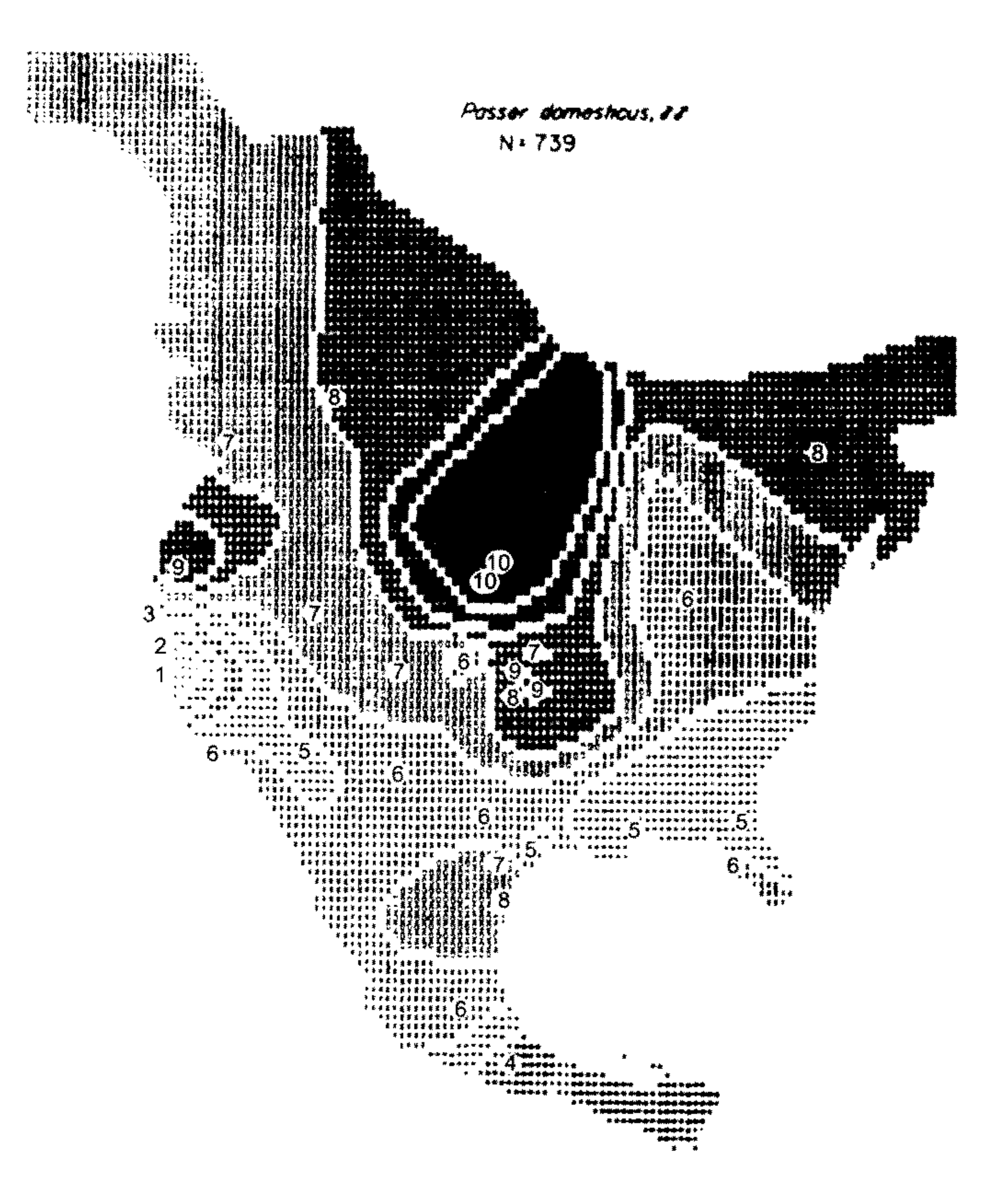
我想对于我的最后一个问题多数生物学家会做出肯定的问答。我还认为 30 年前多数生物学家就会做出肯定的回答，那么为什么生物学家仍然用建立亚种的方式处理地理变异呢？他们之所以这样做，是因为还没有客观绘制种内连续变异图的技术。的确，他们只能绘制单一性状的分布图，如体重的分布图。但是单一性状的变异只是同时影响许多特征的变异格局中极小的一部分。而且，“不适宜”这个经典问题又出现了。绘制任何单一特征的图形，一定呈现出不同的分布：在寒冷气候中的体形可能比较大，在炎热气候中的比较小，而体色在开放的空地要浅，在森林中要深。

一种令人满意的客观绘图程序要求同时处理许多性状的变异。这种方式叫作“多变量分析”。许多年前，统计学家发展了多变量分析的基

本理论，但是在发明大型电子计算机之前，很难周全地使用多变量分析程序。多变量分析中的计算极其艰苦，超过了手工计算者的能力和人的耐心，但是计算机则可以在几秒钟内完成。

在过去的十几年，通过多变量分析，地理变异的研究已经发生了转变。几乎所有多变量分析的支持者都不命名亚种。假如所有标本都必须首先进行分离的细分，就不可能绘制连续的分布图。根据区域样品自身的形态来描述特征，以及探讨这种图景中的有趣规则性，不是更好吗？

例如英国麻雀是 19 世纪 50 年代引进北美的。自那时起，它的地理分布与形态差异达到相当的程度。以前是通过命名亚种来处理这种变异的。R. F. 约翰斯顿（R. F. Johnston）和 R. K. 塞兰德（R. K. Selander,



一个由计算机制作绘制的地图，表示北美雄麻雀的大小。数字越高，体型越大，根据的是对这种鸟骨架 16 种不同的标准综合的结果。

见《科学》，1964，第550页）不再使用这种程序，他们提出："我们不相信对于一个开放的动态系统进行静态命名是合适的。"他们则绘制了变异的多变量图，我复制了他们的一份图，图中汇总了表示身体大小的16种形态性状。变异是连续、规则的。大型麻雀一般生活在北方内陆地区，而小型麻雀生活在南方和沿海地区。大的体型与寒冷气候的密切关系一目了然。但是如果用一套正式的拉丁文名称人为地划分这种连续性来表述变异，我们还能看到这么清晰的变异吗？而且，变异格局反映动物分布中主要原理的作用。贝格曼式规律表明，热血动物在寒冷气候中体型大一些。对于这种规则性的标准解释利用的是身体大小与相对体表的关系（在第六部分的文章中讨论过）。大型动物比小型动物的体表面积相对要小。因为动物通过体表散热，体表面积相对的减少有助于身体保持热量。当然地理变异的格局并非总是这么有规则。在许多物种中，一定区域的群体与直接相邻的类型也有一定的差异。然而，客观绘制这种格局要比静态地划分和命名要好。

多变量分析刚刚开始对人类变异的研究产生类似的影响。十几年前，J. B. 伯索尔（J. B. Birdsell）写了几本划分人类种族的书，他遵循的是当时人们接受的方法。最近，他利用多变量分析方法研究了澳洲土著人血型的基因频率。他不再将人类细分为间断的单位，并且写道："努力分析进化力量的性质和强度可能更好一些，而对人类分类的乐趣则消失了，或许永远消失了。"

30. 人性的非科学

当一群小姑娘同时被一个女巫扣留的时候，17 世纪赛伦的法官的解释只是她们着了魔。[1] 当查理·曼森（Charlie Manson）[2] 的追随者认为他们的领袖具有神秘的力量时，他们并没有认真做过判断。两件事件相隔 300 年，在此期间，我们对于决定集体行为的社会、经济和心理因素知之甚少。现在对这类事件再做粗略的就事论事解释，就显得可笑了。

在解释人性和人群中差异方面，过去流行的是粗略刻板的风气。人类的行为被归因为固有的生物规律，我行我素。因为我们是这样的生物。一本 18 世纪初级课本的第一课简明地说出人类的位置：自亚当以降，我们都有罪。摆脱这种生物学决定论的运动已经成了 20 世纪科学与文化的一个主要趋向。我们开始将我们自己看成习得的动物，我们开始相信阶级和文化的影响远胜过我们遗传构成的禀性。

尽管如此，在过去的十几年，复活的生物学决定论，从“通俗行为学”到赤裸裸的种族主义，在我们中间泛滥。

以康拉德·洛伦兹（Konrad Lorenz）为教父，罗伯特·阿德里（Robert Ardrey）为剧作家，德斯蒙德·莫里斯（Desmond Morris）作解说员，我们看到人类成为“裸猿”，来源于非洲的食肉类，具有天然的攻击性和先天的侵占性。

莱昂内尔·泰格尔（Lionel Tiger）和罗宾·福克斯（Robin Fox）试图为西方过时的男人有开拓性、女人温良而节制的理想找到生物学的基础。在讨论男人与女人的跨文化差异时，他们提出，根据我们充当集体中猎手和孩子哺育者的主要角色，遗传了一种荷尔蒙物质。

① 这是 17 世纪末发生在美国马萨诸塞州赛伦市的一个事件。——译注。

② 曼森是 20 世纪 60 年代美国一个邪教组织的头目，1969 年参与谋杀了波兰著名电影导演 R. 波兰斯基（《苔丝》的导演）的妻子等人。——译注。

卡尔顿·库恩（Carleton Coon）提出了一些先期事件以配合他所宣称的（《种族的起源》，1962）五大人类种族分别从直立人（爪哇人和北京猿人）进化到现代人，而黑人的转变最慢。最近，智商测试被（错误地）用来推断各个种族之间〔阿瑟·詹森（Arthur Jensen）和威廉·肖克利（William Shockley）〕和阶级之间〔理查德·赫恩斯坦（Richard Herrnstein）〕智力的遗传差异。我必须指出，得出的结果总是有利于作者所属的特定群体（见下一篇文章）。

人们根据各自的基础有力地批评了这些观点，然而却很少有人把它们作为一个共同的哲学——生物学决定论来论述过。当然，人们可以接受某一特定的观点，而否定另一种观点。相信人类有暴力的天性并不表明就是一个种族主义者。然而所有这些观点有一个共同的支柱，即设想我们多数基本特征都有直接的遗传基础。假如我们的遗传程序决定了我们是什么，那么这些特征便是不可避免的。我们只能顺其自然，但是无论通过意愿、教育还是文化，我们都不能改变这些特征。

假如我们根据表面意思接受“科学方法”的陈词滥调，那么对于各种生物学决定论的同时复活，一定会归为是新的信息否认了20世纪早期的科学发现。我们获悉，科学通过积累新的信息而进步，并利用新的信息改善或取代旧理论。但是新的生物学决定论并没有依照新的信息，而且从中连一个清晰的事实都找不到。支持生物学决定论的复兴肯定有其他原因，实质上最可能的是社会或政治原因。

科学总是受到社会的影响，但是科学的运作严格地受事实的限制。教会最终对伽利略做出让步，首先是地球的确围绕太阳运行。然而，在诸如智力和攻击性这些复杂特性的遗传构成研究中，我们却脱离了事实的限制，因为我们实际上什么也不知道。在这些问题上“科学”顺应（和显露出）社会和政治对它的影响。

那么是什么非科学的原因助长了生物学决定论的复活呢？我相信原因很多，从单纯地追求畅销书的高版税到恶毒地企图将种族主义重新作为好名声的科学。其共同特征一定在于我们现在普遍存在的抑郁。将我们对战争和暴力的责任转嫁到我们假定的食肉类祖先身上，该多么叫人

释然。将贫穷和饥饿归咎于那些人自身的条件，该多么令人心安——以免我们不得不归咎于我们的经济体制或我们的政府拙劣无能，无法确保所有人都有上佳的生活。而且对于那些控制政府的人，以及为科学的维持所需提供金钱的人来说，这是一个多么适宜的论点啊。

按照决定论的论据，可以清楚地划分出两群人，一些人基于设想我们这个物种的一般性质，另一些人则利用智人种中所谓“族群”差异。我在这里讨论第一种观点，在我的下一篇文章中再论述第二种观点。

大致概括起来，通俗行为学的主流主张，在更新世的非洲生居着两个人科祖先的谱系。一个谱系是小型的陆生食肉类，进化成现在的人；另一个谱系是大型的、大概温顺的食草类，已经灭绝了。一些人利用该隐（Cain）和亚伯（Abel）[1]的类比作为结论，并且指责我们弑亲的祖先。“捕食性转变”为狩猎确立了固有的暴力模式，并产生了我们侵占性的欲望“从狩猎生活的开始到人科的出现，产生出竭尽全力的侵占性”〔阿德里（Ardrey），《侵占的必要性》（*The Territorial lmperatiue*）〕。我们可能会穿上衣服，会都市化、文明化，但是我们带有我们“凶手猿”祖先遗传的行为模式。在《非洲的创生》（*Aferican Genesis*）中，阿德里的支持者雷蒙德·达特（Raymond Dart）认为：“捕食的转变和武器的使用，解释了人类血腥的历史，解释了人的永久攻击性、非理性、自我毁灭以及无情地诚心寻死。”

泰格尔和福克斯扩展了集体狩猎的观点，宣称西方文化传统上所尊重的男女差异具有生物学的基础。男人狩猎，女人守在家里带孩子。男人具有攻击性和好斗性，但是他们之间依然可以建立密切的联系，反映出在古代杀死大型动物需要合作，这种合作现在体现在橄榄球运动和扶轮社[2]中。女人是温顺的，她们为了自己的孩子倾注了全部身心，因为她们的祖先只需要照顾家庭和男人，姊妹亲情是一种错觉。“我们为了狩猎而强壮……我们依然是旧石器后期的猎人，是擦拭一新用于有效竞赛的

---

① 该隐是亚当与夏娃的长子，亚伯是该隐的弟弟，该隐谋杀了亚伯，见《圣经·创世记》。——译注

② 扶轮社，1905 年创建于美国芝加哥，是一种由工商界人士和自由职业者组成的服务社团。——译注

机器〔泰格尔和福克斯，《至尊的动物》（*The lmperial Animal*）〕。”

通俗行为学的故事建立在两类所谓的证据上，二者都引起很大争议。

1. 与其他动物的类比（资料丰富但不完善）。许多动物（包括某些但不是全部灵长类）无疑表现出固有的攻击性和侵占性行为模式。既然我们表现出类似的行为，难道我们不能推出类似的原因吗？这种假设的荒谬反映了进化理论中的一个基本问题。进化论者将两个物种之间的相似性划分为共同后裔具有的**同源**特征和分别进化的“**同功**”特征。

假如在同源特征的基础上比较人类与其他动物，那么得出的我们行为遗传特性的看法便是浅薄的。但是我们怎么知道相似是同源的还是同功的？即使我们涉及的只是具体的结构，如肌肉和骨骼，也很难作出区分。事实上，多数研究系统发育的经典论据中就有对同源性和同功性的混淆，因为同功的结构可能非常相似（我们将这种现象称作进化趋同）。要想说清楚何时相似的特征只是行为外在的表现太难了！狒狒可能具有侵占性：雄狒狒可以组成统治等级。但是我们寻找生存空间，我们军队的等级，到底是同一种遗传构成的表现，还是仅仅可能是纯文化起源的一种同功模式？而且当洛伦兹将我们与鹅和鱼作比较时，一种纯粹的猜想使我们更加迷茫，狒狒毕竟和我们的关系很近。

2. 来自人科祖先化石的证据（虽然零碎却是直接的材料）。阿德里的侵占性观点是基于设想我们非洲的祖先南方古猿阿法种是食肉动物。他的“证据”来自在南部非洲洞穴收集的骨骼和工具，以及牙齿的大小和形状。对那里存在的成堆骨骼并没有认真考察过，它们可能是鬣狗所为，而非人科动物所为。

据认为牙齿体现得明显一些，但是我相信，牙齿的证据即使不是绝对错的，也是站不住脚的。这个论据根据磨牙（前臼齿和臼齿）的相对大小。食草类的磨牙表面较大，利于磨研含沙子的和量大的食物。南方古猿硕壮种这种假定温顺的食草类，比起它的食肉类亲戚、我们的祖先南方古猿阿法种，有更大的磨牙。

但是南方古猿硕壮种是比南方古猿阿法种大的生物。随着身体大小的增加，假如牙齿保持同样的相对大小，动物必须利用以长度平方增加

的牙齿表面的咀嚼来供养以长度立方增加的身体（见第六部分的文章）。这样做不到，大型哺乳动物必须有比小型同类差别大的牙齿。我通过测量一些哺乳动物类群（啮齿类、似猪的食草类、鹿和一些灵长类）的牙齿表面积和身体大小来检验这个说法。我发现大型动物都有比较大的牙齿，不是由于它们吃的食物不同，只是由于它们的体型大。

而且，南方古猿阿法种的“小”牙齿根本就不小，它们的牙齿**绝对大于**我们的牙齿（虽然我们比它们重三倍），而且南方古猿阿法种的牙齿和比它们几乎大10倍的大猩猩的牙齿差不多！我认为牙齿大小的证据说明南方古猿阿法种主要是食草类。

关于生物学决定论的问题，并不是在学院的走廊中争论的一个抽象的问题。生物学决定论的观念具有重要的影响，并且已经充斥了我们的大众传媒。阿德里晦涩的理论已经成了斯坦利·库勃里克（Stanley Kubrick）的电影《2001年太空漫游》（2001）中的主题。我们的似猿祖先用骨头做的工具先是捣碎貘的骨架，然后转了转变成我们下一个进化阶段的空间钻——随着理查德·施特劳斯（Richard Strauss）的《查拉图斯特拉》（*Zarathustra*）主题变成约翰·施特劳斯（Johann Strauss）的《蓝色多瑙河》（*Blue Danube*），库勃里克的下一个电影《发条橘子》（*Clockwork Orange*）继续这个主题，而且受人类天性暴力观点的启发，探讨其中的困境。（我们应该接受极权统治从而众人一律，还是应该在民主中维持着肮脏和邪恶？）不过从男性特权准备反击日益发展的妇女运动中，便可以感受到生物学决定论的直接影响。正如凯特·米利特在《性的政治学》中所说：“父系社会通过男性成功地冒充的自然习性而顽固、有力地维持着。”

31. 种族主义者的论据与智商

19世纪中期，美国最伟大的生物学家路易斯·阿加西提出，上帝创造的黑人和白人是不同的物种。奴隶制的捍卫者从这个主张中得到了莫大的安慰，因为《圣经》所规定的博爱和平等只限于种内。废奴论者还能说什么？科学对于这个问题已经做出了冷静的阐释，基督教的渴望和感伤并不能否认这一点。

在将平等主义等同情感希望和感情盲目的尝试中，相似的证据，加上明显的科学的认可，一直被引用着。不了解这种历史情况的人，倾向根据表面现象接受种族主义的复活，他们以为所有观点都来自实际存在的“材料”，而不是真正激发它的社会条件。

19世纪种族主义者的论据主要依靠颅骨测量学，即对人类骨骼的测量。今天这些论据已经名声扫地。智力测验之于20世纪，如同颅骨测量学之于19世纪，1924年优生学运动在移民限制法案①中的胜利，标志着智力测验的第一次不幸的影响，这次对非欧洲人和东南欧人的极其严格限制，第一次在美国广泛统一地使用了智力测验——即第一次世界大战中在军队中进行的心理测验。心理学家罗伯特·M.耶基斯（Robert M. Yerkes）主持并管理了这些测验，他得出结论：“单纯的教育不可能使黑人种族与高加索人具有相同的竞争能力。”我们已经知道，耶基斯及其同仁在设想测验中表现出差异的原因时，并不知道如何区分遗传因素和环境因素。

这出复兴闹剧的最近插曲开始于1969年，那年阿瑟·詹森在《哈佛教育评论》中发表了一篇题为《我们能对智商和教育的成就赞美多少?》的文章。这种观点再一次又得寸进尺，声称已经出现令人不舒服的新信

① 移民限制法案，1924年美国国会通过的法案，主要限制亚洲人和东欧人向美国的移民。——译注

息，以及科学必须讲出“真理”，即使这个真理否认了自由主义哲学坚持的观点。但是我再一次又要指出，詹森没有新的材料。他提出的观点前后矛盾，不合逻辑，漏洞百出。

詹森认为智商测验准确地测量了我们称作“智力”的东西。他然后试图厘清影响智商差异的遗传因素和环境因素。他的做法主要依照我们做过的一项自然实验：同卵双胞胎的分开养育，这种遗传相同的人之间的差异只能是环境造成的。比起在类似环境中成长的无关系个体，同卵双胞胎中的智商差异要小。詹森利用同胞胎材料，对环境进行了估量。他得出结论，在美国和欧洲白人中间，智商的遗传率为 0.8（或 80%）。美国白人与黑人之间智商的平均差异为 15 个智商点（一种偏差标准）。他认为这种差异太大，不可能是由于环境影响造成的，而是由于智商的高遗传率。为了不使有人认为詹森是按照抽象的学术传统写作的，我仅仅引述他那篇文章中的第一句：“强迫教育已经尝试过，但显然失败了。”

我相信对詹森的论据可以按照“分级系统”的方式予以反驳，即我们可以在一个层面上使它站不住脚，然后，即使我们承认詹森的论据在最初的两个层面上可行，却证明在更高层面上无效。

层面 1. 智商等于智力。谁知道智商测的是什么？智商是在学校中“成功”的良好预测，但是这种成功是智力的结果，讨好的结果，还是汲取社会领袖们喜欢的价值的结果呢？一些心理学家利用将智力界定为操作性的“智力”测验中获得的分数，回避了智商是否等于智力的问题。真是一个巧妙的诡计。但是在这一点上，智力的技术性定义使我们对智力这个母语感到茫然不知，以致我们不能再去界定什么是智力。但是为了争辩的缘故，让我们接受（虽然我不相信）智商可以衡量母语含义中的某些有意义的智力方面。

层面 2. 智商是可遗传的。这里我们再次碰上母语与技术含义的混淆。对外行来说，“可遗传的”意思是“固定的”、“不可更改的”或“不变的”。对遗传学家来说，“可遗传的”指的是对具有共同基因的相关个体之间相似性的评估。可遗传的并不指脱离环境影响的不变成非突变性质。眼镜可以矫正视觉的遗传变异，胰岛素可以治疗糖尿病。

詹森坚持认为80%的智商可以遗传。普林斯顿的心理学家利昂·J.卡明（Leon J. Kamin）做了大量一丝不苟的工作，检查构成詹森估量基础的双胞胎研究的细节。他发现其中有大量的矛盾之处，以及不准确性。例如西里尔·伯特爵士（Sir Cyril Burt）在五十多年的智力研究中，收集的有关同卵双胞胎分养的材料最多。虽然他根据各种“改进”的形式增加样品的大小，他的一些相关系数依然是在第三位小数点上，这在统计学上是不可能的。[①] 智商部分依赖性别和年龄，而相关的研究却没有适当地标准化。这样有可能得出双胞胎之间不合适的较高相关值，这不是因为双胞胎具有共同的基因，只是因为他们具有共同的性别和年龄。这个材料欠缺太多，不可能得出对智商遗传性的合理估计。但是，为了争辩的缘故，让我们假设（虽然没有材料支持这个假设）智商的遗传性高达0.8。

层面3. 类群内和类群间变异的混淆。詹森在他的两个主要观点中建立了一种因果联系——一个是美国白人类群内的智商可遗传性，另一个是美国黑人与白人平均智商差为15点。他认为黑人的“缺陷”主要是由于遗传，因为智商具有很高的遗传性。这可能是最糟的一种不合理推论，因为同类群中的可遗传性与不同类群之间的平均差异并没有必然的关联。

用一个简单的例子足以证明詹森论点中的缺陷。人的身高比某些人声称的智商的可遗传性更高。比如在营养不良的印第安农民类群中，平均身高为5英尺2英寸（约1.575米），可遗传性为0.9（一个真实的数值）。高遗传性指的就是矮个人农民一般有矮个人的后代，而高个人农民有高个人的后代。这不是说适当的营养不可能将平均身高增加到6英尺（约1.829米，高于美国白人的平均身高）。意思只是，条件改善的话，比平均身高矮的农民〔这里指他们可能已经5英尺10英寸高（大约1.78米）了〕，他们的孩子的身高却矮于小孩的平均身高。

我并没有宣称智力（无论如何定义）没有遗传基础，我只是认为智

① 我的这篇文章写于1974年，自那以后，反对西里尔爵士的情况又有进展，从推断出他的粗心到公然（而且证据充分）指责他作伪。例如，伦敦《泰晤士报》的记者发现，西里尔爵士的合作者（为了从事这项声名不佳的双胞胎研究）显然是他构想的产物，根本就没有这个人，在卡明发现的启发下，人们必然怀疑这份材料以及由此产生的观点的真实性。——原注

力遗传基础的真实性并没有太大价值和意义，而且并不是十分重要的。任何特征的表达都代表着遗传与环境之间复杂的相互作用。我们的工作就是为所有个人潜在价值的实现提供最好的环境条件。我只是要指出，证明美国黑人智力遗传上平均不足的观点，根本就没有依据新的事实和引用新的材料作支持。这种观点就像黑人比白人具有遗传优势一样。哪一种说法都该受谴责。不能利用类群的平均值来判断一个人。

如果说现在流行的生物学决定论在研究人类的智力中并没有依据新的事实（事实上，根本没有新的事实），那么为什么还这么流行？肯定有社会的和政治的原因。20 世纪 60 年代是自由主义的大好岁月，大量的钱用于改造贫穷的计划，但效果却不显著。接着出现了新的领导和新的优先考虑。早期的计划为什么没有见效？有两种可能：（1）我们投的钱不够，我们没有做出有效的创造性努力，或者（这会使任何在位的领导者不安）不进行全社会根本的社会和经济转变，我们就不能解决贫穷问题；（2）计划的失败在于计划接受者的遗传决定了他们的特性——活该的牺牲者。那么，对于减少开支时代的当权者来说，会选择哪种可能性呢？

我想我已经说明生物学决定论并不单是聪明人在鸡尾酒会上闲谈的人类动物性的有趣话题。生物学决定论是一个具有重要哲学含义的普遍性观点，并且有着重要的政治影响。约翰·斯图尔特·穆勒的一段话应该成为反对生物学决定论的座右铭：“在所有逃避考虑社会和道德对人类心灵影响的平庸方式中，最平庸的方式就是将行为和性状的多样性归咎于遗传天性的差异。”

第八部分



人性的科学与政治学

B.社会生物学

32. 生物的潜力与生物学决定论

1758年，林奈（Linnaeus）在《自然体系》（*Systema Naturae*）的定本中面临了一个困难的抉择，如何分类他所属的那个物种。是简单地将智人种列在其他动物中间还是为我们设立一个独立的位置？林奈妥协了。他将我们放到他的分类系统中（与猴子和蝙蝠很近），但是通过描述又使我们与动物的关系很远。他用大小、形状、指和趾的数目这些具体的明显性状确定我们的亲戚。关于智人种，他只写下苏格拉底的告诫——“了解你自己”（*nosce te ipsum*）。

对林奈来说，智人种既是特殊的又是不特殊的。不幸的是，后来的诠释者把这种明智的解决方法推向某个极端，并完全曲解了。特殊和不特殊意味着非生物规律的和生物规律的，或意味着后天的和先天的。这种后来的极端化并不明智。人类是动物，我们做什么是由于我们的生物潜力。一些自封的生态激进分子宣称，大型城市是我们即将毁灭的“非自然的”先兆。这最令热情的（虽然最近不是了）纽约人愤怒了。但是（这里我使用的是最强调性的**但是**），认为人类是动物并不是说我们特殊的行为模式和社会等级阶层完全由我们的基因直接决定。**潜力**和**确切表现**是不同的概念。

E. O. 威尔逊（E. O. Wilson）的《社会生物学》（*Sociobiology*，哈佛大学出版社，1975）引起的激烈争论，使我关注了这个问题，威尔逊的书受到广泛的赞扬和宣传。然而，我发现我自己却属于极少数的坚定反对者之一。我对《社会生物学》中的大部分观点也给予很高的评价，这和普遍的看法相同。在清晰解释进化的原则以及始终透彻探讨许多动物的社会行为方面，《社会生物学》大概是多少年来的首要文献。但是我对威尔逊书中最后一章“从社会生物学到社会学”确实不满。威尔逊在用了26章的详细材料说明非人类动物后，得出带有广泛猜想的所谓人类

行为的一般模式具有遗传基础的结论。不幸的是，因为最后一章论述的主题与我们所有人的内心都很密切，所以在公开出版物的有关评论中，占去了80%。

我们有谁要是批评了该书的最后一章，便被指责完全否认生物规律与人类行为的关联，被指责复活一个古老的迷信，即将我们人类放在“造物”之外。我们是纯粹的“后天主义者”吗？我们承认人类完善性的政治观点，就是看不到生物天性的明显限制吗？对这两个问题的答复显然是否定的。这不是一般生物规律与人类独特性的问题，而是生物的潜力与生物学决定论的问题。

威尔逊在《纽约时代杂志》（*New York Times Magazine*，1975年10月12日）上针对批评意见答复道：

> 毫无疑问，人类社会行为的模式，包括利他行为，是受遗传的控制，就是说人类的社会行为是有限的可能模式中的子集，与白蚁、黑猩猩及其他种类的动物行为模式有很大的差异。

假如这就是威尔逊的遗传控制含义，那么我们没有什么异议。我们确实不做其他动物做的所有事情，我们行为的潜力确实受我们生物特性的限制，假如我们可以进行光合作用，我们便会发展出不同的社会生活（没有农业，没有采集，没有狩猎——这些都是我们进化的主要决定因素），或者具有文章10中讨论过的瘿蚊的生活周期。（当生居在一个不拥挤的蘑菇中时，这些昆虫在幼虫或蛹的阶段就生殖，年幼的瘿蚊在母体中生长，从体内蚕食了母亲，年幼的瘿蚊从掏空的仅剩外壳的母体中出来，再去吃食，成为新的一代，而且去做出崇高的牺牲。）

但是威尔逊却提出了更过分的观点。第27章（最后一章）并没有论述人类潜在的行为范围，没有提出从所有动物的更大的全部行为范围中限定人类行为范围的论据。这一章主要是关于人类行为中具有可变特性的特异基因的广泛猜想，这些行为包括怨恨、攻击性、恐惧、服从、同性恋，以及西方社会中男人与女人之间的典型行为差异。当然，威尔逊

并没有否定非遗传的习得在人类行为中的作用，他甚至还一度指出“基因放弃了多数的统治权”。但是他又很快加上，基因“至少在决定文化之间不同行为的定性方面，具有相当的影响”。而且他在下一段中呼唤“人类学的遗传学学科”。

在威尔逊的人类行为论述中，生物学决定论是首要的主题。第27章与其他章节的内容没有联系。按照我的理解，威尔逊的目的是指出，达尔文的理论能够重新系统地阐释人类科学，就像从前曾经使许多生物学学科发生了转变一样。但是如果没有基因来供选择，达尔文式的过程就不会发生。除非人类行为中有意义的“特性”受特定的基因控制，否则社会学的独立领域便不能自保了。我们说的“有意义”指的是社会学家和人类学家经常争论的课题，如攻击性、社会分层，以及男女之间的行为差异。假如基因只决定我们的体型大得足以生活在一个受万有引力作用的世界中，需要通过睡眠来使我们的身体得到休息，不能进行光合作用，那么基因决定论便不会引起人们的关注。

遗传控制人类特定社会行为的观点有什么直接证据？目前的答案是什么都没有。(从理论上说，通过标准、可控的配育实验得到这样的证据不是不可能。但是我们不能在培养果蝇的瓶子中培养人，建立纯系或控制恒定的营养条件。) 因此，社会生物学家必须拿出有说服力的间接证据。对此，威尔逊采取了三个主要策略：普遍性，连续性和适应性。

1. 普遍性：假如在最近的灵长类亲戚和我们人类自身中都能发现一定的行为，那么就有可能得到共同的遗传控制的详细材料。第27章尽是假定人类普遍性的陈述。例如，“人类太容易被灌输某些意识了，他们追寻那些意识”，或“人类重信仰轻知识”。我只能说，我个人的经验与威尔逊所说的并不相符。

当威尔逊不得不承认多样性时，他经常将那些不舒服的“例外”当作暂时不重要的异常现象。由于威尔逊相信重复的、通常是种族灭绝式的战争，已经决定了我们的遗传命运，那么存在非攻击性的人便令他难堪。不过他却写道：“可以认为一些隔离的文化曾经几代离开战争过程，结果又回复到人种学家划分的和平状态。”

即使我们可以汇总一系列人类与我们灵长类近亲共同具有的行为特征，但这无论如何也不能成为提出存在共同遗传控制的充分理由。类似的结果不一定由于类似的原因，事实上进化论者已经深刻认识到这一点，所以提出用不同的术语来表达类似性。由于共同遗传祖先的类似特征是“同源的”，功能相同但进化历史不同的类似性是“同功的”（如鸟的翅和昆虫的翅——这两个类群的祖先都没有翅）。下面我将提出，人类生物规律的基本特征支持人类与其他灵长类的行为类似是“同功的”观点，在人类当中，这些类似并没有直接的遗传特异化。

2. 连续性：威尔逊宣称（我认为他很肯定），W. D. 汉密尔顿 1964 年用“亲选择”理论对利他主义的达尔文主义解释，形成了动物社会进化理论的基础。利他行为是稳定社会的凝固剂，这种看法似乎违背了达尔文主义的解释。根据达尔文主义的原则，所有个体都最大限度地加大自己对以后世代的遗传贡献。那么生物又怎么能愿意通过表现出利他行为或有利其他个体，来牺牲自己或历经危险呢?

解决的办法在概念上非常简单，当然技术细节很复杂。利他行为通过有利于亲属，保留了利他主义者基因，当然利他主义者本身并不长久拥有这种基因。例如，在多数有性生殖的生物中，一个个体（平均）与其直系亲属有 1/2 的基因相同，与它的嫡表亲属有 1/8 的基因相同。因此，假如面对自救还是牺牲自己去救助两个以上的直系亲属或八个嫡表亲属时，按照达尔文主义的计算，有利于利他的牺牲，因为这样做，利他主义者实际上在以后的世代中增加了自己的遗传份额。

自然选择会有利于保存这种为自身利益的利他行为者基因。那么对于非亲属的利他行为又是什么样的呢? 这里社会生物学家为了坚持遗传学的解释，必须利用一个相关的概念“相互利他主义”。利他行为承受某些危险，又没有直接的好处，但是它唤起目前的受惠者在将来做出回报的行为，那么从长远看，利他行为便有了补偿，是一句古老谚语的遗传表现：一报还一报（即使我们不是亲属）。

那样的话，连续性的观点便可以继续下去。对其他动物社会群中的利他行为可以合理地解释为达尔文式亲选择的例子。人类表现了利他行

为，而且可能有类似的直接遗传基础。但还是那句话，结果相似并不等于原因相同（见下文根据生物的潜力而不是生物学决定论的另一种解释）。

3. 适应是达尔文式过程的标志。自然选择连续起作用并且缓慢地使生物适应环境。不利的社会结构就像糟糕的形态结构一样，不会生存长久。

人类的社会活动显然是适应的。马文·哈里斯已经令人高兴地证明，其他文化中那些令沾沾自喜的西方人感到奇怪的社会活动同样符合逻辑而且有感情（《牛，猪，战争与巫师》，*Cows*，*Pigs*，*Wars*，*and Witches*，蓝登书屋，1974）。人类的社会是一个利他主义之谜，同时显然也是适应的。这不是一个不言自明的直接遗传控制的论据吗？我的回答很明确："不是。"而且我可以利用我最近与一位著名人类学家合作得出的论据，来更好地说明我的观点。

我的同事坚持认为，生活在浮冰上的爱斯基摩人的经典故事，是存在亲选择保持特定利他基因的合适证据。在一些爱斯基摩人当中，社会单位排列得像一个家庭类群。假如食源减少，家庭不得不为了生存而迁走时，年迈的祖亲们自愿地留在后面（等死），而不是冒险随整个家庭为了生存而经历漫长、艰辛而危险的迁徙。没有利他行为者基因的家庭类群便要屈从于自然选择，因为病老者会阻碍迁徙，导致整个家庭的死亡。具有利他基因的祖亲们通过牺牲会增加他们的适应度，因为他们帮助有共同基因的近亲的生存。

我的同事的这种解释是合理的，但却不是绝对的，因为还有一种更简单的非遗传解释：根本不存在利他基因，实际上爱斯基摩人家庭中根本没有重要的遗传差异。祖亲们的牺牲是一种适应的、非遗传的文化特性。没有牺牲传统的家庭不能生存许多代。在其他的家庭中，以歌曲和故事的形式纪念牺牲，年迈的祖亲们留下来不走便成了家庭中最伟大的英雄。孩子们在很小的时候就普遍记住这种牺牲是光荣和荣誉的事情。

我不能证实我的观点，就像我的同事不能证实他的观点一样。但是在现在缺乏证据的情况下，两种观点至少同样合理。同样，人类社会中

无疑存在相互利他行为，但这根本不能成为利他行为具有遗传基础的证据。正如本杰明·富兰克林（Benjamin Franklin）[1] 所说："我们必须相互帮助，否则就只有自己靠自己了。"职能性社会可能要求相互利他行为。但是无需通过基因将利他行为编码到我们的意识中，通过学习同样可以具备利他行为。

我再回到林奈的妥协上，即我们既是普通的，又是特殊的。促使我们怀疑我们的行为受特定基因直接编码的主要原因，恰是我们生物学独特性的中心特征，当然是我们大的脑。大小本身是任何物体功能和结构的主要决定因素。大型物体和小型物体不可能以同样的方式作功（见第六部分）。对物体伴随大小的增长而变化的研究叫作"异速生长研究"。最著名的异速生长是大型动物表面积与体积比降低的补偿性结构变化——相对厚实的腿和回旋状内脏表面积（例如肺以及小消化器官的绒毛）。但是在人类进化中，脑的明显增长产生的异速生长影响可能最重要——增加了足够的神经联系，将一个不易变的严格循规蹈矩的装置变成一个易变的器官，具备了有效的逻辑和记忆，灵活的学习取代了直接的演示，成为社会行为的基础。易变性可能是人类意识中最重要的决定因素（见文章7），直接编程的行为大概成了不适应的。

当我们知道脑具备的可变性使我们可能成为攻击性的或平和的，统治的或服从的，怨恨的或宽容的，为什么还要设想存在攻击性、统治或怨恨的特定基因呢？暴力、性别歧视和一般的恶劣是符合生物规律的，因为这些是可能行为范围中的子集。但是和平、平等和善良只是好像符合生物规律的，而且只要我们营造可以使这些品性兴旺的社会，我们就可以看到它们影响的增加。我对威尔逊的批评是他不去援引非生物学的"环境论"。环境论仅仅利用生物潜力的概念——脑的能力决定了所有行为，不存在预先决定，环境论反对生物学决定论的特定基因决定特异行为特征的思想。

但是为什么这么一个学术问题变得如此敏感和轰动呢？每一方都没

---

① 富兰克林（1706—1790），美国政治家和科学家，参加起草《独立宣言》，发明了避雷针。——译注

有坚实的依据，而且比如这个问题——我们顺从是因为顺从者基因已经被选择了，还是因为我们的遗传构成允许顺从作为许多策略中的一个呢？这到底有什么区别？

之所以围绕生物学决定论生出广泛激烈的争论，是由于生物学决定论中的社会及政治含义的作用。正如我在前面的文章中说过的那样，生物学决定论总是利用生物学的必然性来捍卫现存的社会等级，从“穷者永远贫穷”，到19世纪的帝国主义，再到现在的性别歧视。为什么这样一系列缺乏事实支持的观念几百年来都受到当时媒介的关注？因为科学家们虽然出于不同的原因（有些还是善意的）提出决定论的学说，但如何利用决定论却不是科学家所能控制的。

我并没有追究威尔逊或其他人的动机。我不是因为不喜欢决定论的政治用法才否认决定论。按照我们的理解，科学上的真实肯定是我们的首要标准。我们的生活中有一些令人不快的生物学真理，其中死亡最无法否认，也不可逃避。如果遗传决定论是真理，我们会学会与它很好相处。但是我再重复一遍我的观点：没有证据支持决定论，而且过去几百年的粗陋决定论已经被明确否定了。再有，决定论的继续流行是那些从现状中获益人的社会偏见在作祟。

但是我们别让《社会生物学》背上过去决定论的原罪。《社会生物学》的极为流行首先引起的直接结果是什么？我们顶多看到一种社会研究的开始，只不过它的前提因为拒绝考虑直接的非遗传因素而变得荒谬。1976年1月30日的《科学》（美国最有名的科学家专业杂志）上有一篇论乞讨的文章，这篇文章如果一字不改地登到《全国讽刺》（*National Lampoon*）杂志上，我会把它当作一篇讽刺文。作者派遣“乞丐”向不同的目标乞讨小钱。对于得出的结果则只是根据亲选择、相互利他主义、黑猩猩和狒狒的食物分配习性角度来讨论——根本没有论及美国城市的现状。他们得出的一个主要结论是：“男乞丐向单个女性或一对女性乞讨很成功，向一男一女乞讨则不太成功，向一个男性或两个在一起的男性乞讨极不成功。”但他们并没有谈到城市的恐惧或性的政治学，只有一些关于黑猩猩和利他行为遗传学的论述（虽然他们承认相互利他行为的观

点大概不太适用，然而他们却提出人们将会从乞丐那里得到好处)。

在第一篇对《社会生物学》持否定态度的评论中，经济学家保罗·萨缪尔森（Paul Samuelson)[①]（《新闻周刊》*Newsweek*，1975年7月7日）力劝社会生物学家小心处理种族和性别的问题。我发现他的建议并没有引起注意。威尔逊在《纽约时代杂志》1975年10月12日的一篇文章中写道：

> 在猎人—采集人社会中，男人狩猎，女人待在家里。这个明显倾向在多数农业和工业社会中依然保持着，仅在这个基础上，显然就有遗传的根源……我自己的猜想是，即使在未来社会最自由最平等的情况下，强烈的遗传倾向也足以引起劳动的实际分工……甚至受同样的教育，进入各种职业的机会相等，男人很有可能继续在政治生活、商业和科学中起到突出的作用。

我们与其他动物既相似又有区别。在不同的文化氛围中，强调这个基本真理的这一面和那一面都能起到一定的社会作用。在达尔文时代，我们与动物相似的观点，中止了几百年来有害的迷信。现在我们可能需要强调我们作为易变动物的差异性，强调我们具有丰富的行为潜力。我们的生物天性并不阻碍社会的变革。正如西蒙娜·德·波伏瓦（Simone de Beauvoir)[②] 所说，我们“存在的本质就在于没有本质”。

① 萨缪尔森（1915—）美国经济学家，1970年获诺贝尔经济学奖。——译注

② 波伏瓦（1908—1986），法国女作家，存在主义哲学家，让·保罗-萨特的终生伴侣，代表作有小说《应邀而来》《达官贵人》，论著《第二性》《论人性》等。——译注

33. 一种多么聪明的动物

在《文明及其不满》中，西格蒙德·弗洛伊德考察了人类社会中令人困惑的难题。我们本质上是自私并具有攻击性的，然而任何成功的文明都要求我们为了共同的利益与和谐而超越我们的生物学天性，表现出利他的行为。弗洛伊德进一步提出，随着文明变得更加复杂和“现代”，我们必须放弃越来越多固有的自我。这样做使我们个人并不完善，带着内疚、痛苦和艰辛，文明的价值就是建立在个人的痛苦之上的。

> 对文明建立过程中人类本能的克制范围不容忽视……有力的本能多么准确地预见了不满。这种“文化上的失望”统治了人类社会关系的广大领域。

在有关“人性”这一普遍主题的猜想中，弗洛伊德的论点是一种特别有影响的异说。当我们批评我们自己时，我们从我们的动物过去中寻找原因。存在着我们猿类祖先的桎梏——残忍、攻击性、自私，总之，一般是恶劣的。对于我们奖励和追求（取得非常有限的成功）的特性，我们认为是一种独特装饰，是我们的理性创造，并且施加在我们不情愿的身体上。我们对更美好未来的希望源于理性和善良——心智超越了我们的生物局限，“建立你更加庄严的大厦，噢，我的灵魂”。

支持这种常见信念的只不过是古代的偏见。科学当然无法证实这种信念，因为我们对人类行为的生物学知之甚少。这种信念来源于涉及人类灵魂的神学和探讨灵与肉分离的“二元论”哲学。我在前面的一些文章中已经攻击了这种信念所持的态度，即我们想把生命的历史看成进步的历史，并将我们看作生物堆积物的顶端（对其他生物具有统治的特权）。我们寻找我们独特性的标准，（自然地）安顿我们的心灵，而且将

人类意识的高尚结果确定为脱离生物规律的固有东西。但是，为什么？为什么我们的恶劣就是我们类猿的过去留下来的包袱，而我们的善良却是人类特有的品性？为什么我们不应同样探讨我们“高尚”特性与其他动物之间的连续性？

一个不绝于耳的科学论点似乎支持了这个古老的偏见。人类善良本身的成分是利他主义的——为了其他人的利益牺牲我们个人的安逸，在极端的情况下，甚至牺牲我们个人的生命。然而，假如我们接受达尔文主义的进化机制，利他主义怎么能成为生物学的一部分？自然选择表明，生物按自己的利益活动，它们并不知道诸如“种的利益”这类抽象的概念。它们不断地“斗争”，牺牲同伴，以增加它们的基因份额。而这就是生物，尽管做得不加掩饰。我们发现在自然中并没有更高的原则。达尔文认为个体优势是在自然中成功的唯一标准。生命的和谐并不深奥，自然的平衡是由于竞争对手之间的相互作用，每一方都只想自己赢，并不是由于合作分享有限的资源。

难道只可能是自私进化成为生物的行为特性？假如利他主义是社会稳定的凝固剂，那么人类社会肯定基本上置于自然界之外。有一个办法可以解决这个难题。按照达尔文主义，明显的利他行为有可能是“自私的”吗？个体的牺牲有可能使自己的基因存在下去吗？对这看起来矛盾的问题，答案是“是的”。这个矛盾的解决是由于英国理论生物学家W. D. 汉密尔顿20世纪60年代早期提出的“亲选择”理论。E. O. 威尔逊在《社会生物学》中，将亲选择当作生物学社会理论的基石。（我在前一篇文章中批评了威尔逊关于人类行为猜想中的决定论方面，我也赞扬了他的一般利他主义理论，现在继续这个主题。）

在有关杰出人物的传说中，也包括他没有进一步发展的预见。英国生物学家J. B. S. 霍尔丹（J. B. S. Haldane）大概预先提出了进化生物学家将在这个世纪设想出的每一个好的观点。一天晚上，霍尔丹在一个酒吧淡论利他主义，据记载，他在一张信封的背面很快计算了一下，然后宣称：“我将为我的两个兄弟或八个表亲献出生命。”霍尔丹的这一神秘

评论是什么意思？人类的染色体是成对的，我们从母亲的卵中接受一套染色体，从父亲的精子中接受另一套。因此，我们拥有父母每个基因的复制品（在男性的性染色体上的基因却不同，因为母体的 X 染色体很长，即比父体的 Y 染色体有更多的基因。多数位于 X 染色体上的基因在短的 Y 染色体上没有相应的复制品）。以任一人类基因为例。兄弟之间具有同一基因的概率是多少？假设这个基因位于 X 染色体上（这个论据对于位于父体染色体上的基因同样说得过去）。每一个卵中含有配对染色体中的一条染色体，即含母体一半的基因。发育成你兄弟的卵细胞或者与你接受的染色体相同，或者是配对染色体中的另外一条染色体。你与你兄弟具有相同基因的机会是50:50。你的兄弟有一半的基因与你的基因相同，按照达尔文理论的计算，他的一半与你一样。

那么，假如你与三个兄弟在路上行走，一个带有明显谋杀企图的穷凶极恶家伙走了过来，你的兄弟没有发现这一点。你只有两个选择，走近他并发生提醒式的嘘嘘声，以使你的兄弟们警觉，他们躲起来或跑掉了，而你则必死无疑；或者躲起来看着这个穷凶极恶的家伙收拾你那三个兄弟。作为一名合格的达尔文式游戏的参加者，你应该怎么做？正确的答案是你应该发出声响，这样你只是失去了自己，而你的兄弟代表了 1.5 个你。这样更好，他们将传播 150% 你的基因。你那看起来利他的行为，在遗传上是“自私的”，因为这种行为最大限度地将你的基因传到下一代。

按照亲选择理论，只有当利他行为通过有利亲属而增加自己的遗传潜力情况下，动物才进化出冒险及牺牲自己的行为。利他行为与亲属社会必须共同发展，亲选择的益处甚至能促进社会相互作用的进化。我举的四兄弟与一个穷凶极恶家伙的例子简单了一点，如果是 1/12 血缘的表亲，关系远了 4 倍，情况将变得更加复杂。汉密尔顿的理论不止是对明显的事情做出过多的说明。

汉密尔顿的理论在解释膜翅目（蚂蚁、蜜蜂和黄蜂）社会行为进化中一些长期存在的生物学难题方面，取得了惊人的成功。为什么在膜翅目中真正的社群化至少分别进化了 11 次，而在其他昆虫（白蚁）中只进

化了1次。为什么不育的职虫[①]在膜翅目中总是雌性，但是在白蚁中却既有雄性又有雌性？看起来从膜翅目不常见的遗传系统的亲选择作用中可以找到答案。

多数有性生殖的动物是2倍体。它们的细胞中含有两套染色体，一套来自母体，另一套来自父体。白蚁像多数动物一样，是2倍体，而社群生活的膜翅目是单倍-2倍体。雌性由受精卵发育而来，是正常的2倍体个体，带有母体和父体的各一套染色体。但是雄性由未受精的卵发育而来，只有母体的一套染色体，用技术用语说，雄性是单倍体（染色体为正常染色体数的一半）。

在2倍体生物中，同胞与亲本的关系是对称的：亲本与它们的孩子有一半的基因相同，而每一个同胞（平均）与其他同胞有一半的基因相同。但是在单倍-2倍体物种子，遗传关系并不对称，致使亲选择以一种不同寻常的有效方式起作用。看一下蚁后与她儿子和女儿的关系，以及这些女儿与她们的姐妹及兄弟的关系：[②]

1. 蚁后与女儿有1/2的关联。她的每一个后代都带有她1/2的染色体，也就是有她1/2的基因。

2. 姐妹与她们的兄弟之间并不是像2倍体生物那样有1/2关联，而只有1/4的关联。看一下任何一个姐妹的基因。1/2的机会是父亲的基因，如果是这样，她不会与兄弟的基因相同（他们没有父亲的基因）。如果是母亲的基因，她的兄弟也具有这种基因的机会是1/2。她与兄弟的关联是0（父亲的基因）和1/2（母亲的基因）的平均，或1/4。

3. 姐妹之间的关联为3/4。再看一下任何一个基因。假如是父体的基因，那么姐妹必然都有这种基因（因为父亲只有一套染色体传给所有的女儿）。假如是母体的基因，像前面一样，姐妹之间具有50:50的机会都具有这个基因。姐妹之间的关联为1（父亲的基因）和1/2（母亲的基因）的平均，或3/4。

利用这些不对称，似乎可以简明而出色地解释动物的多数利他行

---

① 职虫，社群生物中劳作的昆虫，在蚁类中叫工蚁，在蜂类中叫工蜂。——译注

② 为了便于说明，译文与原文一样，下面均采用了第一第二人称代词。——译注

为——不育的雌性职虫放弃自己的生殖，帮助她们的母亲培育更多的姐妹。只要职虫侧重于照料姐妹，她将通过帮助母亲培育可育的姐妹（3/4的关联），使她自己的基因更可能地存在下去，胜过培育自己的可育的儿女（1/2的关联）。但是雄性并没有不育和劳动的禀性。他宁愿培养儿女，他们具有他的所有基因，这胜过帮助姐妹，她们与他有1/2的基因相同。（我并不认为具有这样的初级脑的生物具备了有意识的意愿。我使用“他宁愿”只是为了便于简化说明“在进化过程中，没有这种行为方式的雄性，会处于选择的劣势，而且逐渐地被淘汰”。）

我的同事R. L. 特里弗斯（R. L. Trivers）和H. 黑尔（H. Hare）最近在《科学》（1976年1月23日）上报道了下列的重要发现：他们提出蚁后与工蚁对不育的后代有不同性比例的偏向。蚁后喜欢1:1的雌雄性比例，因为她与儿女的关联是平均的（1/2）。但是培育后代的是工蚁，工蚁可以通过有选择地养育卵而将自己的偏爱施加给蚁后。工蚁宁愿培育不育的姐妹（关系为3/4），而不是兄弟（关系为1/4）。但是它们必须培育一些兄弟，以免它们的姐妹找不到配偶。所以它们做出了妥协，与姐妹的关系达到非常密切的程度。因为它们与姐妹的关联超过与兄弟关联的三倍，它们在培养姐妹时，将多投入三倍的能量。工蚁通过喂食来投入能量，喂食的程度反映在可育后代的成体重量上。于是特里弗斯和黑尔测量了21种蚂蚁整个巢中所有可育后代的雌雄体重比。平均体重比（或投入比）非常接近3:1。这已经很说明问题了，但是这个论据中的决定因素来自对奴役蚁的研究。奴役蚁指的是受工蚁管制的其他种的蚂蚁成员。奴役蚁与所服从的蚁后的女儿们没有遗传关系，对蚁后的儿女们一视同仁。在这种情况下，雌雄的体重比为1:1。当奴役蚁物种没有被俘获，而是为自己的蚁后工作时，雌雄的体重比又是3:1。

根据作用于单倍-2倍体特异遗传构成上的亲选择，似乎解释了蚂蚁、蜜蜂和黄蜂社会行为中的关键特征。但是这与我们何干？这种亲选择有助于我们理解形成我们个性的既助长自私又促进利他行为的矛盾结合吗？我愿意承认（这只是我的直觉，因为没有事实来约束我们），亲选择大概可以解决本文第一段中提到的弗洛伊德难题。我们的自私和攻

击性的冲动可能是按照达尔文式的个体优势途径进化来的，但是我们的利他倾向也无需代表着根据文明的要求施加的独特装饰。按照达尔文式的途径（径由亲选择），同样可以产生出我们的利他倾向。人类的善良像人类的邪恶一样，可能都是“动物性的”品性。

但是这里我要打住——只有决定论者的猜想才把特异的行为归因于存在利他主义者基因或机会主义者基因。我们的遗传决定了我们有多种多样的行为——从斯克鲁奇（Ebenezer Scrooge）到非斯克鲁奇。[1] 我不相信守财奴由于具有机会主义者基因而聚财，也不相信慈善家的赠予是由于自然赋予他们更多的利他主义者基因。早期教育，文化，阶级，地位和所有我们称作“自由意愿”的无形之物，决定了我们如何限制基因许可的多种多样的行为，从极端的利他到极端的自私。

有一个根据利他主义和亲选择所做出的决定论猜想的例子，那就是 E. O. 威尔逊提出的对同性恋的遗传解释（《纽约时代杂志》，1975 年 10 月 12 日）。由于专一同性恋并没有孩子，那么在达尔文式的世界中怎么能选择出一种同性恋基因？假设一下我们的祖先组成小的亲属关系很近的竞争群体。有一些群体中只有异性恋的成员，还有一些群体中则有同性恋成员，他们只充当狩猎中或孩子养育中的“帮助者”，即他们不生育孩子，但帮助亲属抚养与他们有很近遗传关系的亲戚。如果具有同性恋帮助者的群体在竞争中胜过专一异性恋的群体，那么亲选择会保存下同性恋的基因。这种看法并不违背逻辑，但缺乏事实依据。我们已经确定不存在同性恋基因，并且对于假说中我们祖先社会构成的有关知识一无所知。

威尔逊的意图令人钦佩，他试图提出，一种不常见并备受诽谤的性行为在某些人那里是自然的，而且是有益的（至少在古代的社会组织形式中是的），从而证明这种性行为本质上同样体面。但是他的策略很危险，因为假如遗传设想错了，就会招致适得其反的结果。如果你要捍卫一种行为，采取的方式却是提出人们的这种行为是既定的，那么如果你的猜想错了，届时这种行为就不是自然的了，就该受到歧视了，这样你又怎么能继续捍卫这种行为呢。更好的方式则是坚定地站在人类自由的

① 英国作家狄更斯小说《圣诞颂歌》中的人物，是一个令人憎恨的老吝啬鬼。——译注

哲学立场上，主张自由的成年人在他们的私人生活中与别人做什么是他们自己的事，不用遗传学的猜想来辩护，也不一定受到歧视。

虽然我长期以来就对亲选择的决定论观点深感担忧，但是我赞赏这个见解，因为它提供了我偏爱的生物潜力的主题。亲选择进一步拓宽了生物潜力的范围，甚至将善的能力也包括了进来，善曾经被视为人类文化固有的独特性。西格蒙德·弗洛伊德认为，具有讽刺意味的是，我们最伟大的科学见解的历史，是不断反映出我们这个物种退离宇宙中心位置的历史。在哥白尼和牛顿之前，我们认为我们生居在宇宙的中心。在达尔文之前，我们认为是仁慈的上帝创造了我们。在弗洛伊德之前，我们把自己想象成理性的生物（弗洛伊德的观点确实是知识史上最坦白的观点之一）。假如亲选择理论导致又退离一步的话，我们可能会生活得更好一些，因为亲选择理论使我们不再认为我们统治其他动物，并且使我们认识到，我们与其他动物是相互联系和统一的。

后　　记

达尔文主义走向何方？再过一百年达尔文主义的前景如何？我没有特异功能，只有一些关于过去的知识。但是我相信对未来走向的评估与对过去的理解密切相关，尤其与达尔文自己世界观的三个中心成分相关：他强调生物个体是最主要的进化参与者，他确定自然选择是适应的机制，以及他相信进化变化是逐渐的。

达尔文认为自然选择的作用是进化变化的唯一动因吗？他相信所有的进化产物都是适应的吗？在19世纪后期，生物学圈子中曾争论谁是真正的“达尔文主义者”。奥古斯特·魏斯曼（August Weismann）作为坚定的选择论者，他不承认任何机制的作用，宣称是达尔文真正的传人。G. J. 罗马尼斯（G. J. Romanes）对拉马克（Lamarck）及其他进化论者的观点像对自然选择一样的重视，他为自己戴上真正达尔主义者的头衔。他们俩都不是。达尔文的观点是多元论的和广容性的——这是面对复杂世界的唯一合理的态度。他当然承认自然选择的绝对重要性（魏斯曼），但是他并不否认其他因素的影响（罗马尼斯）。

魏斯曼—罗马尼斯的争论又闹过一阵，这两个近些年最广泛争论的运动像它们古老的倡导者一样，已经过去。我猜想达尔文的中间立场会再次流行下去，因为面对复杂的自然界，每一方极端的系统陈述都要做出让步。一方是人类“社会生物学家们”，他们提出一系列详尽的猜想，所根据的前提是自然的产物肯定是适应的。我已经听到过利用适应的（甚至遗传的）论点说明家族中男性对财产的继承以及上层社会男女的高口淫率。

怀着对于普遍适应的信心，社会生物学家正在倡导基本的原子论——甚至还原到达尔文系统陈述中的生物个体这一显然不可再分的水平之下。塞缪尔·巴特勒（Samuel Butler）曾经在一篇著名的评论中谈

到，鸡仅仅是蛋制造另一个蛋的途径。一些社会生物学家如实地坚持按照这个隽语看问题，而且提出，生物个体只不过是基因用来制造同样基因的装置。生物个体成了“真正”进化单位的暂时容器。在达尔文的世界中，生物个体为了使自己的种类延续下去而斗争。但是这里，基因本身成了生存斗争中的将军。在这场激烈的战斗中，只有最适应的才能获胜，所有的变化必然是适应的。

沃尔弗冈·魏克勒（Wolfgang Wickier）评论道：“根据进化论可以推出，基因按照自己的利用推动个体。”我承认我只能将这种观点当作胡乱比喻。我不会被这种有意图的错误归因所迷惑。这是一种写作习惯，我本人也犯过类似的错误，有一种观点曾使我感到困惑，这种观点认为基因是分离、可分的颗粒，基因通过在生物中建立性状作为各自增殖的武器。生物个体并不是分解独立的遗传编码片段，这些片段一旦离开身体环境便没有意义，它们不能编码出连在一起的形态部分或特定的行为。形态和行为并不是由争斗的基因精确建立的，争斗的基因无需适应所有情况。

就在社会生物学家试图比魏斯曼还魏斯曼时，许多分子进化论者却持相反的观点。他们提出，许多进化变化不仅不受选择的影响，而且在方向上真是随机的。（在达尔文的系统陈述中，作为原材料的变异可能是随机的，但是进化变化是决定性的并由自然选择定向。）例如，遗传密码是冗余的，产生同样氨基酸的DNA顺序不止一个。很难想象自然选择能够控制从一个重复顺序到另一个重复顺序的遗传变化（因为在两种情况中，选择“看见”相同的氨基酸）。

我们的选择可能是认为这种“不可见的”遗传变化无关紧要，因为如果变异在生物的形态和生理上不表达，自然选择就不能对它起作用。而且按照下面的看法（我不相信这个见解），假如多数进化变化是中性的，那么我们就需要用一种新的比喻来说明达尔文的影响。我们可能不得不将自然选择看作一种偶发现象，只能作用很少的转译成具有生物适应意义部分的遗传变异——这只是藏有丰富变异海洋的表面。

但是，分子进化论者的挑战远比这严重——因为他们发现蛋白质

（即可见的遗传产物）中的变异远比建立在自然选择模型上群体可能保持的变异要多。而且他们推断出蛋白质长期的进比变化速率非常规则，几乎像钟表一样。假如进化受自然选择这种决定性的过程指导，它们又怎么会像钟表一样呢？要知道选择的强度体现在环境变化的速率上，而气候并不像节拍器那样有节奏地变更。或许遗传变化真的是中性的，以随机恒定的速率积累。这个问题还没有解决，利用自然选择，再加上某些可能并不荒谬的特定假说，也能解释丰富的变异和钟表似的速率。我只想指出，我们还没有最终的答案。

我预言达尔文主义的多元论会取得胜利。自然选择会显得远比某些分子进化论者想象的重要得多，但是自然选择又不会像某些社会生物学家坚持认为的那么万能。事实上，我想建立在变异基础上的达尔文式自然选择并不影响（现在一些人热心地引来作为对自然选择支持的）一些行为。

我希望达尔文自己工作中的多元论精神可以传播到进化思想中的更多领域，有些领域依然由严格的教条统治着，导致这种结果的原因在于不加怀疑的个人偏好、旧的习惯和社会偏见。我自己喜欢攻击的一个靶子是多数古生物学家所宣扬的进化变化是缓慢而稳定的信念（而且必须承认，这种信念受到达尔文本人的偏爱和鼓励）。化石记录并不支持这个信念，在化石记录中，大规模的灭绝和突然的起源更明显。我们不可能通过记录某些腕足（像我们爬上山坡一样）是逐渐变化的来证实进化。为了回避进化并非逐渐发生这个令人不快的真理，古生物学家指望靠化石记录极不准确来搪塞——所有的中间阶段都在记录中消失了，保存下来的只是地质之书的少数几页中少数几行的少数几个字。他们为了维护正统的渐变论，付出的代价太大了，甚至认为化石记录几乎呈现不出他们想去研究的真正现象。但是，我相信渐变论并不是唯一合理的解释（事实上，渐变并不常见）。自然选择理论中并不包括有关速率的陈述。自然选择可以造成小群体中的迅速物种形成（地质上呈突发状）的变化和整个谱系常见的极慢转变。

亚里士多德认为，多数重大的争论都可以通过中庸之道来解决。自

然界中的复杂和变幻令人不可思议，几乎任何事情都可能发生。博物学家所能做出的最明确而有力的陈述就是科科伦船长（Captain Corcoran）[①]常说的那句话“几乎不可能”。一个人要想清晰、确切、全面地解答生命的问题，就必须做出全方位的探讨，不止是在自然界中。事实上，我比较怀疑一种诚实的探讨会找到答案。我们可以明确地解决小的问题（我知道为什么在这个世界看不到25英尺长的蚂蚁）。我们可以合理地处理中等程度的问题（我怀疑拉马克主义可以作为合理的进化理论复活）。大的问题则只有听任丰富多彩的自然的摆布——变化可能是定向的或无目的的，逐渐的或剧变的，选择的或中性的。我为自然的多种多样感到欣喜，把确切性的幻想留给政治家和说教者吧。

① 科科伦船长是19世纪英国作曲家沙里文和吉尔伯特的歌剧《皮纳福克》（1878）中的主角。——译注

参考文献

Ardrey, R., 1961. *African genesis.* 1967 ed. Collins: Fontana Library.

——. 1967. *The territorial imperative.* 1969 ed. Collins: Fontana Library.

Berkner, L. V., and Marshall. L. 1964. The history of oxygenic concentration in the earth's atmosphere. *Discussions of the Faraday Society* 37:122 -41.

Bethell, T. 1976. Darwin's mistake. *Harpers* (February).

Bettelheim, B. 1976. *The uses of enchantment.* New York: A. Knopf.

Bolk, L. 1926. *Das Problem der Menschwerdung.* Jena: Gustav Fischer.

Burstyn, H. L. 1975. If Darwin Wasn't the Beagle's naturalist, why was he on board. *Briitish Journal for the History of Science* 8:62 -69.

Coon, C. 1962. *The origin of races.* New York: A. Knopf.

Darwin, C. 1859. *The origin of species.* London: John Murray. (Facsimile edition, E. Mayr (ed.), Harvard University Press, 1964.)

——. 1871. *The descent of man.* 2 vols., London: John Murray.

——. 1872. *The expression of the emotions in man and animals.* London: John Murray.

——. 1887. Autobiography. In F. Darwin (ed.), *The Life and Letters of Charles Darwin.* Vol. 1. London: John Murray.

Dybus, H. S. and Llovd, M. 1974. The habits of 17 - year periodical cicadas (Homoptera: Cicadidae: Magicicada spp.). *Ecological Monographs* 44:279 -324.

Ellis, H. 1894. *Man and woman.* New York: Charles Scribner's Sons.

Engels, F. 1876. On the part played by labor in the transition from ape to

man. In *Dialectics of Nature.* 1954 ed. Moscow: Foreign Languages Publishing House.

Eysenck, H. J. 1971. The IQ *argument: race, intelligence and education.* New York: Library Press.

Freud, S. 1930. *Civilization and its discontents.* Translated

by J. Strachey. 1961 ed. New York: W. W. Norton.

Gardner, R. A., and Gardner, B. T. 1975. Early signs of language in child and chimpanzee. *Science* 187:752 - 53.

Geist, V. 1971. *Mountain sheep: a study in behavior and evolution.* Chicago: University of Chicago Press.

Gould, S. J. 1974. The evolutionary significance of "bizarre" structures: antler size and skull size in the "Irish Elk," *Megaloceros giganteus. Evolution* 28:191 - 220.

Gould, S. J.; Raup, D. M.; Sepkoski, J. J., Jr.; Schopf, T. J. M.; and Simberloff, D. S. 1977. The shape of evolution - a comparison of real and random clades. *Paleobiology* 3, in press.

Gruber, H. E., and Barrett, P. H. 1974. *Darwin on man: a psychological study of scientific creativity.* New York: E. P. Dutton.

Gruber, J. W. 1969. Who was the Beagle's naturalist? British *Journal for the History of Science* 4:266 - 82.

Hamilton, W. D. 1964. The genetical theory of social behavior. *Journal of Theoretical Biology* 7:1 - 52.

Harris, M. 1974. *Cows, pigs, wars and witches: the riddles of culture.* New York: Random House.

Huxley, A. 1939. *After many a summer dies the swan.* 1955 ed. London, Penguin.

Huxley, J. 1932. *Problems of relative growth.* London: Mac - Veagh. (Reprinted as Dover paperback, 1972.)

Janzen, D. 1976. Why bamboos wait so long to flower. *Annual Review of*

Ecology and Systematics 7:347 – 91.

Jensen, A. R. 1969. How much can we boost IQ and scholastic achievement? *Harvard Educational Review* 39:1 – 123.

Jerison. H. J. 1973. *Evolution of the brain and intelligence.* New York: Academic Press:

Johneston, R. F., and Selander, R. K. 1964. House sparrows: rapid evolution of races in North America. *Science* 144:548 – 50.

Kamin, L. 1974. *The science and politics of IQ.* Potomac. Md. : Lawrence Erlbaum Associates.

King, M. C., and Wilson, A. C. 1975. Evolution at two levels in humans and chimpanzees. *Science* 188:107 – 16.

Koestler, A. 1967. *The ghost in the machine.* New York: Macmillan.

——. 1971. *The case of the midwife toad.* New York: Random House.

Kraemer, L. R. 1970. The mantle flaps in three species of Lampsilis (Pelecypoda: Unionidae). *Malacologia* 10:225 – 82.

Krogman, W. M. 1972. *Child growth.* Ann Arbor: University of Michigan Press.

Lloyd, M., and Dybus, H. S. 1966. The periodical cicada problem. *Evolution* 20:133 – 49.

Lockard, J. S.; McDonald, L. L.; Clifford, D. A.; and Martinez, R. 1976. Panhandling: sharing of resources. *Science* 191:406 – 408.

Lombroso, C. 1911. *Crime: its causes and remedies.* Boston: Little, Brown and Co.

Lorenz, K. 1966. *On aggression.* 1967 ed. London, Methuen.

Lull, R. S. 1924. *Organic evolution.* New York: Macmillan. MacArthur, R., and Wilson, E. O. 1967. *The theory of island biogeography.* Princeton: Princeton University Press.

Margulis, L. 1974. Five – kingdom classification and the origin and evolution of cells. *Evolutionary Biology.* 7:45 – 78.

Martin, R. 1975. Strategies of reproduction. *Natural History* (November), pp. 48 –57.

Mayr, E. 1942. *Systematics and the origin of species.* New York: Columbia University Press.

Montagu, A. 1961. Neonatal and infant immaturity in man. *Journal of the American Medical Association* 178:56 –57.

—— (ed.). 1964. *The concept of race.* London: Collier Books.

Morris, D. 1967. *The naked ape.* New York: McGraw Hill.

Oxnard, C. 1975. *Uniqueness and diversity in human evolution: morphometric studies of australopithecines.* Chicago: University of Chicago Press.

Passingham. R. E. 1975. Changes in the size and organization of the brain in man and his ancestors. *Brain, Behavior and Evolution* 11:73 –90.

Pilbeam, D., and Gould, S. J. 1974. Size and scaling in human evolution. *Science* 186:892 –901.

Portmann, A. 1945. Die Ontogenese des Menschen als Problem der Evolutionsforschung. *Verhandlungen der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft*, pp. 44 –53.

Press, F., and Siever, R. 1974. Earth, San Francisco: W. H. Freeman.

Raup, D. M.; Gould, S. J.; Schopf, T. J. M.; and Simberloff, D. 1973. Stochastic models of phylogeny and the evolution of diversity. *Journal of Geology* 81:525 –42.

Ridley, W. I 1976. Petrology of lunar rocks and implication to lunar evolution. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences.* pp. 15 –48.

Samuelson, P. 1975. Social Darwinism. *Newsweek*, July 7.

Schopf, J. W., and Oehler, D. Z. 1976. How old are the eukaryotes? *Science.* 193:47 –49.

Schopf, T. J. M. 1974. Permo – Triassic extinctions: relation to sea – floor spreading. *Journal of Geology* 82:129 –43.

Simberloff, D. S. 1974. Permo – Triassic extinctions: effects of area on biotic equilibrium. *Journal of Geology* 82:267 – 74.

Stanley, S. 1973. An ecological theory for the sudden origin of multicellular life in the Late Precambrian. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 70:1486 – 89.

——. 1975. Fossil data and the Precambrian – Cambrian evolutionary transition. *American Journal of Science* 276:56 – 76.

Tiger, L., and Fox, R. 1971. *The imperial animal.* New York: Holt, Rinehart and Winston.

Trivers, R., and Hare, H. 1976. Haplodiploidy and the evolution of the social insects. *Science* 191:249 – 63.

Ulrich, H.; Petalas, A.; and Camenzind, R. 1972. Der Generationswechsel von *Mycophila speyeri* Barnes, einer Gallmückemit paedogenetischer Fortpflanzung. *Revue suisse de zoologie* 79 (supplement) : 75 – 83.

Velikovsky. I. 1950. *Worlds in collision.* 1965 ed. New York: Delta.

——. 1955. *Earth in upheaval.* 1965 ed. New York: Delta.

Wegener, A. 1966. *The origin of continents and oceans.* New York: Dover.

Welsh, J. 1969. Mussels on the move. *Natural History* (May) :56 – 59.

Went, F. W. 1968. The size of man. *American Scientist* 56:400 – 413.

Whittaker, R. H. 1969. New concepts of kingdoms of organisms. *Science* 163:150 – 60.

Wilson, E. O. 1975. *Sociobiology.* Cambridge, Mass.: Harvard University Press.

——. 1975. Human decency is animal. *New York Times Magazine*, Oct. 12.

Young, J. Z. 1971. *An introduction to the study of man.* Oxford: Oxford University Press.

是否知晓量子力学与进化论，
是欧美上流社会衡量一个人有无科学教养的标准。

亿万年的地球巨变，毫微间的存亡一瞬，都因古尔德的生花妙笔跃然纸上。

这本科学家撰写的散文杰作，收集了古尔德在《自然史》杂志上发表的科学随想。作者在哈佛大学教生物学，是科学内行，又有史学家的眼光。他提出了几个问题：达尔文在确立了进化论之后，为什么推迟了20年才发表？达尔文主义此后将走向何方？再过一百年达尔文主义的前景如何？


ISBN 978-7-80700-164-5
定价：28.00元
陈列类别 ◇自然科学 ◇普及读物